

CLIPPEDIMAGE= JP02001034918A

PAT-NO: JP02001034918A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001034918 A

TITLE: THIN FILM MAGNETIC HEAD AND FLYING MAGNETIC HEAD

PUBN-DATE: February 9, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KAKIHARA, YOSHIHIKO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ALPS ELECTRIC CO LTD	N/A

APPL-NO: JP11211391

APPL-DATE: July 26, 1999

INT-CL (IPC): G11B005/39

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin film magnetic head in which a large level difference is not generated in an upper shield layer and the probability of short circuit between the upper or lower shield layer and a spin bulb type thin film magnetic element can be lowered.

SOLUTION: The thin film magnetic head comprises a spin bulb type thin film

BEST AVAILABLE COPY

magnetic element 10 comprising a free magnetic layer 22, a nonmagnetic conductive layer 23, a fixed magnetic layer 24, an antiferromagnetic layer 25, conductive layers 26, 26 for supplying a detection current to the free magnetic layer 22, and insulating bias layers 28, 28, and a pair of shield layers 12, 13 formed on the opposite sides of the spin bulb type thin film magnetic element 10 in the thickness direction. One shield layer 12 is provided with protrusions 12a projecting toward the spin bulb type thin film magnetic element 10 and the insulating bias layers 28, 28 are formed on the opposite sides of the protrusion 12a in the track width direction.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-34918

(P2001-34918A)

(43) 公開日 平成13年2月9日 (2001.2.9)

(51) Int. Cl.

G 1 1 B 5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

テーマコード (参考)

5 D 0 3 4

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願平11-211391

(22) 出願日 平成11年7月26日 (1999.7.26)

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 柿原 芳彦

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ

ス電気株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外8名)

Fターム (参考) 5D034 BA03 BA08 BA11 BA13 BA15

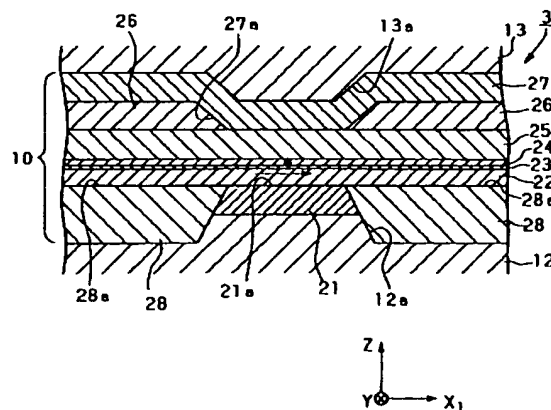
BB08 BB12 CA08

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及び浮上式磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 上部シールド層に大きな段差を発生させることがなく、また上部シールド層または下部シールド層とスピンバルブ型薄膜磁気素子がショートする確率を低くできる薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 フリー磁性層22、非磁性導電層23、固定磁性層24、反強磁性層25が積層されるとともに、フリー磁性層22に検出電流を与える導電層26、26と、フリー磁性層22の磁化方向を揃える絶縁性バイアス層28、28とを備えたスピンバルブ型薄膜磁気素子10と、スピンバルブ型薄膜磁気素子10の厚さ方向両側に積層された一対のシールド層12、13を具備しており、一方のシールド層12に、スピンバルブ型薄膜磁気素子10側に向けて突出する凸部12aが形成されるとともに、絶縁性バイアス層28、28が凸部12aのトラック幅方向両側に配置されたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド3を採用する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フリー磁性層、非磁性導電層、固定磁性層及び該固定磁性層の磁化方向を固定する反強磁性層が積層されとともに、前記フリー磁性層に検出電流を与える一対の導電層と、前記フリー磁性層の磁化方向を揃える一対の絶縁性バイアス層とを備えたスピバルブ型薄膜磁気素子と、

該スピバルブ型薄膜磁気素子の厚さ方向両側に積層された一対のシールド層を具備してなり、

一方の前記シールド層に、前記スピバルブ型薄膜磁気素子側に向けて突出する凸部が形成されるとともに、前記一対の絶縁性バイアス層が前記凸部のトラック幅方向両側に配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 少なくとも前記フリー磁性層のトラック幅方向両側に位置するとともに、前記一対の絶縁性バイアス層に積層されて交換異方性磁界が発現され、この交換異方性磁界により前記フリー磁性層の磁化方向を揃える一対の強磁性層を備えたことを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 他方の前記シールド層に、前記スピバルブ型薄膜磁気素子側に向けて突出する別の凸部が形成され、この凸部のトラック幅方向両側に前記一対の導電層が配置されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記一対の導電層が、互いにトラック幅方向に離間しつつ前記フリー磁性層に接していることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 フリー磁性層の厚さ方向両側に各々非磁性導電層と固定磁性層と反強磁性層とが積層されとともに、前記フリー磁性層に検出電流を与える一対の導電層と、前記フリー磁性層の磁化方向を揃える一対の絶縁性バイアス層とを備えるスピバルブ型薄膜磁気素子と、

該スピバルブ型薄膜磁気素子の厚さ方向両側に積層された一対のシールド層を具備してなり、

一方の前記シールド層に、前記スピバルブ型薄膜磁気素子側に向けて突出する凸部が形成されるとともに、前記一対の絶縁性バイアス層が前記凸部のトラック幅方向両側に配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 少なくとも前記フリー磁性層のトラック幅方向両側に位置するとともに、前記一対の絶縁性バイアス層に積層されて交換異方性磁界が発現され、この交換異方性磁界により前記フリー磁性層の磁化方向を揃える一対の強磁性層が備えられたことを特徴とする請求項5記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 他方の前記シールド層に、前記スピバルブ型薄膜磁気素子側に向けて突出する別の凸部が形成

され、この別の凸部のトラック幅方向両側に前記一対の導電層が配置されていることを特徴とする請求項5または6に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】 スライドに、請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドを備えてなることを特徴とする浮上式磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜磁気ヘッド及びこの薄膜磁気ヘッドを備えた浮上式磁気ヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術】磁気抵抗効果型の薄膜磁気ヘッドには、磁気抵抗効果を示す素子を備えたMR (Magnetoresistive) ヘッドと巨大磁気抵抗効果を示す素子を備えたGMR (Giant Magnetoresistive) ヘッドとがある。GMRヘッドでは、巨大磁気抵抗効果を示す素子が多層構造とされている。この巨大磁気抵抗効果を生み出す多層構造にはいくつかの種類があるが、比較的構造が単純で、外部磁界に対して抵抗変化率が高いものとして、フリー磁性層と固定磁性層と非磁性導電層とを少なくとも備えたスピバルブ型薄膜磁気素子がある。このスピバルブ型薄膜磁気素子には、シングルスピンバルブ型薄膜磁気素子とデュアルスピバルブ型薄膜磁気素子とがある。更にフリー磁性層の磁化方向を揃える手段として、ハードバイアス方式とエクスチェンジバイアス方式とがある。最近では、磁気記録密度の高密度化に伴い、狭トラック化に対応可能なエクスチェンジバイアス方式が主流になりつつある。

【0003】図31に、従来のエクスチェンジバイアス方式のシングルスピンバルブ型薄膜磁気素子502を備えた薄膜磁気ヘッド501を示す。また、図32に、図31に示す薄膜磁気ヘッド501と、書き込み用のインダクティブヘッド503とを備えてなる浮上式磁気ヘッド500の要部の媒体対向面から見た構造を示す。浮上式の磁気ヘッド500は、浮上式スライド504のトレーリング側の側端部504a上に、薄膜磁気ヘッド501とインダクティブヘッド503とが積層されて構成されている。

【0004】薄膜磁気ヘッド501は再生専用の磁気ヘッドであって、スピバルブ型薄膜磁気素子502の厚さ方向両側に絶縁層505、506を介して一対のシールド層507、508が積層されてなるものである。なお、図31及び図32において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド501及びインダクティブヘッド503のトラック幅方向である。

【0005】浮上式磁気ヘッド500は、図32に示すように、浮上式スライド504の側端部504a上に絶

絶縁層509が積層され、この絶縁層509上に、下部シールド層508、スピンバルブ型薄膜磁気素子502、上部シールド層507、ギャップ層510及び上部コア層511が順に積層されて構成されている。薄膜磁気ヘッド501は、図32に示すように、スピンバルブ型薄膜磁気素子502と、シールド層507、508とから構成され、インダクティブヘッド503は、下部コア層（上部シールド層）507とギャップ層510と上部コア層511とから構成されている。インダクティブヘッド503は、上部コア層511と下部コア層507とがギャップ層510を挟んで配置されてなり、書き込み磁気ギャップG1を構成している。なお、上部シールド層507は、インダクティブヘッド503の下部コア層と兼用とされている。

【0006】この例のスピンバルブ型薄膜磁気素子502は、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層が1層ずつ順に積層されて構成された、いわゆるボトム型のシングルスピンバルブ型薄膜磁気素子である。このスピンバルブ型薄膜磁気素子502においては、下部シールド層508に Al_2O_3 などからなる絶縁層506が積層され、この絶縁層506上に反強磁性層512、固定磁性層513、Cuなどで形成された非磁性導電層514及びフリー磁性層515が順次積層されている。また、フリー磁性層515上には、例えばNiFe合金からなる一対の強磁性層518、518を介して一対のバイアス層516、516が図示X1方向に沿って離間して積層されている。更に、このバイアス層516、516上には、Cuなどで形成された一対の導電層517、517が積層され、更に、導電層517、517及びフリー磁性層515を覆う Al_2O_3 などからなる絶縁層505が積層されている。そして、この絶縁層505上に上部シールド層507が積層されている。

【0007】反強磁性層512は、PtMn合金等の反強磁性材料からなるもので、固定磁性層513に接して積層されていて、固定磁性層513と反強磁性層512との界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、固定磁性層513の磁化方向を図示Y方向に固定させる。またバイアス層516、516は、IrMn合金等の反強磁性材料からなるもので、強磁性層518、518に接して積層されていて、バイアス層516と強磁性層518との界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、この交換結合磁界によりフリー磁性層515の磁化方向が図示X1方向に揃えられ、フリー磁性層515が単磁区化されてバルクハウゼンノイズが抑制される。これにより、フリー磁性層515の磁化方向と固定磁性層513の磁化方向とが交差する関係になる。また、一対のバイアス層516、516が互いに離間して積層されるため、フリー磁性層515上にバイアス層516が積層されない部分が生じ、この部分が薄膜磁気ヘッド501のトラック部G2となる。

【0008】この薄膜磁気ヘッド501では、ハードディスクなどの記録媒体からの洩れ磁界によって、図示X1方向に揃えられたフリー磁性層515の磁化方向が変動し、図示Y方向に固定された固定磁性層513の磁化との関係でスピンバルブ型薄膜磁気素子の電気抵抗が変化し、この電気抵抗値の変化に基づく電圧変化により、記録媒体からの洩れ磁界が検出される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の薄膜磁気ヘッド501では、図31に示すように、一対のバイアス層516、516及び導電層517、517がフリー磁性層515上に積層されているため、絶縁層505の書き込みトラック部G2近傍に段差505aが生じ、この段差505aが図32に示すように上部シールド層507を介してギャップ層510に伝搬し、インダクティブヘッド503の書き込み磁気ギャップG1がいびつな形状になってしまい、このため磁気記録媒体に記録される磁気記録パターンがいびつな形状となって、再生時にエラーの原因となる可能性があった。

【0010】また、浮上式磁気ヘッド500を製造する際には、薄膜形成技術により基板上に複数の薄膜磁気ヘッド501及びインダクティブヘッド503を形成し、この基板を裁断し、更にギャップデプスを決めるため砥石等で媒体対向面を研磨する必要がある。すなわち図32における紙面が研磨面となる。従来の薄膜磁気ヘッド501では、この研磨の際にスメアリングが発生し、金属からなるシールド層507、508の研磨面のごく一部が砥石によって削のごとく研磨面上に引き延ばされて舌状のグレ507a、508aが生じることがある。そして場合によっては、この舌状のグレ507a、508aが絶縁層505、506を跨いでフリー磁性層515、反強磁性層512若しくはバイアス層516等にまで達して、シールド層507、508とスピンバルブ型薄膜磁気素子502とがショートしてしまうという課題があった。

【0011】特に最近では、磁気記録密度の高密度化に対応するために、上下のシールド層507、508の間隔すなわちギャップレングスを狭くする必要により、絶縁層505、506を更に薄くする傾向にあり、この場合にはたとえグレが小さくても反強磁性層512等まで容易に達してしまい、シールド層507、508とスピンバルブ型薄膜磁気素子502とのショートの発生確率が高くなってしまいう課題があった。

【0012】また、バイアス層516及び導電層517はいわゆるリフトオフ法により形成されるが、バイアス層516はフリー磁性層515の磁化方向を確実に揃えるために500Å程度の厚さとする必要があり、また導電層517も検出電流を流すためある程度の厚さが必要とされるので、バイアス層516と導電層517をリフトオフ法で形成する際にバリの発生率が高くなり、図3

1に示すように、このバリ519が絶縁層505を貫通してシールド層507に接触し、シールド層507とスピンバルブ型薄膜磁気素子502との間でショートする確率が高くなってしまうという課題があった。更に、バイアス層516には反強磁性材料を使用するが、この反強磁性材料は一般的に比抵抗が高い材料が多く、この抵抗の高い材料の上に導電層517が形成されるので、センス電流を効率よくフリー磁性層515に印加することができないという課題もあった。

【0013】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、上部シールド層に大きな段差を発生させることを防ぐことにより、上部シールド層上に形成されるインダクティブヘッドのギャップのゆがみを低減させて磁気記録の際のエラー発生を防ぐと共に、上部シールド層または下部シールド層とスピンバルブ型薄膜磁気素子がショートする確率を低くして歩留まりを向上させることが可能な薄膜磁気ヘッド及びこの薄膜磁気ヘッドを備えた浮上式磁気ヘッドを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。本発明の薄膜磁気ヘッドは、フリー磁性層、非磁性導電層、固定磁性層及び該固定磁性層の磁化方向を固定する反強磁性層が積層されとともに、前記フリー磁性層に検出電流を与える一対の導電層と、前記フリー磁性層の磁化方向を揃える一対の絶縁性バイアス層とを備えたスピンバルブ型薄膜磁気素子と、該スピンバルブ型薄膜磁気素子の厚さ方向両側に積層された一対のシールド層を具備してなるもので、一方の前記シールド層に、前記スピンバルブ型薄膜磁気素子側に向けて突出する凸部が形成されるとともに、前記一対の絶縁性バイアス層が前記凸部のトラック幅方向両側に配置されていることを特徴とする。なお、前記絶縁性バイアス層は、一方のシールド層とフリー磁性層若しくは導電層との間に配置されていることが好ましい。

【0015】かかる薄膜磁気ヘッドにおいては、一対の絶縁性バイアス層をシールド層の凸部のトラック幅方向両側に配置することにより、一対の絶縁性バイアス層の一部若しくは全部が一方のシールド層に埋め込まれた形になる。これにより、他方のシールド層に接するスピンバルブ型薄膜磁気素子の面に生じる段差を小さくすることが可能になり、他方のシールド層に段差が伝搬することがなく、例えばこの他方のシールド層上にギャップ層及び上部コア層を積層してインダクティブヘッドを形成した場合でも、ギャップ層に段差が生じることがなく書き込み磁気ギャップがいびつな形状になることがない。

【0016】また、一対の絶縁性バイアス層の一部若しくは全部がシールド層に埋め込まれるので、磁気記録密度の高度化に伴いスピンバルブ型薄膜磁気素子を薄くし

て狭ギャップ化した場合でも、絶縁性バイアス層を薄くする必要がなく、フリー磁性層の磁化方向を一方に確実に揃えることが可能となる。また、絶縁性の高い絶縁性バイアス層がシールド層に積層されており、ギャップデプスを決定するために媒体対向面を研磨した際にシールド層の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層を跨いでフリー磁性層まで達する確率が低くなり、シールド層とスピンバルブ型薄膜磁気素子とのショートの発生確率を低減させることが可能になる。

【0017】また本発明の薄膜磁気ヘッドにおいては、少なくとも前記凸部に絶縁層が積層されとともに該絶縁層の層面と前記一対の絶縁性バイアス層の層面とが同一面とされ、この同一面に前記フリー磁性層が積層されていることが好ましい。

【0018】かかる薄膜磁気ヘッドにおいては、絶縁層と前記一対の絶縁性バイアス層とにより同一面が形成され、この同一面に前記フリー磁性層が積層されるため、フリー磁性層に段差が生じることがない。また、フリー磁性層と絶縁性バイアス層が接しているので、これらの層の界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）が発現し、この交換結合磁界によりフリー磁性層の磁化方向がトラック幅方向に揃えられる。従って、この薄膜磁気ヘッドにおいては、フリー磁性層の磁化方向をトラック幅方向に確実に揃えることが可能となり、バルクハウゼンノイズの低減が可能になる。

【0019】更に本発明の薄膜磁気ヘッドは、先に記載の薄膜磁気ヘッドであって、少なくとも前記フリー磁性層のトラック幅方向両側に位置するとともに、前記一対の絶縁性バイアス層に積層されて交換異方性磁界が発現され、この交換異方性磁界により前記フリー磁性層の磁化方向を揃える一対の強磁性層を備えたことを特徴とする。

【0020】かかる薄膜磁気ヘッドにおいては、製造時に絶縁性バイアス層と強磁性層とを順次積層するため、これらの層の界面に不純物等が混入することがなく、絶縁性バイアス層と強磁性層との界面にて大きな交換結合磁界が発現されて、この交換結合磁界によりフリー磁性層の磁化方向をトラック幅方向に確実に揃えることが可能になる。

【0021】また、一方のシールド層と強磁性層との間に絶縁性バイアス層が配置されることになるので、ギャップデプスを決定するために媒体対向面を研磨した際にシールド層の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層を跨いで強磁性層まで達する確率が低くなり、シールド層とスピンバルブ型薄膜磁気素子とのショートの発生確率を低減させることができる。

【0022】更にまた本発明の薄膜磁気ヘッドは、先に記載の薄膜磁気ヘッドであって、他方の前記シールド層

10

20

30

40

50

に、スピバルブ型薄膜磁気素子側に向けて突出する別の凸部が形成され、この凸部のトラック幅方向両側に前記一对の導電層が配置されていることを特徴とする。なお、導電層とシールド層との間に絶縁層が設けられていることが好ましい。

【0023】かかる薄膜磁気ヘッドにおいては、一对の導電層を、他方のシールド層の凸部の両側に配置することにより、一对の導電層の一部若しくは全部が絶縁層を介して他方のシールド層に埋め込まれる形になる。これにより、磁気記録密度の高度化に伴いスピバルブ型薄膜磁気素子を薄くして狭ギャップ化した場合でも、導電層の厚さを薄くする必要はなく、検出電流を効率よくフリー磁性層に与えることが可能となる。

【0024】また本発明の薄膜磁気ヘッドは、先に記載の薄膜磁気ヘッドであって、前記一对の導電層が、互いにトラック幅方向に離間しつつ前記フリー磁性層に接していることを特徴とする。

【0025】かかる薄膜磁気ヘッドにおいては、一对の導電層がフリー磁性層に接しているため、検出電流を効率よくフリー磁性層に与えることが可能になる。

【0026】次に、本発明の薄膜磁気ヘッドは、フリー磁性層の厚さ方向両側に各々非磁性導電層と固定磁性層と反強磁性層とが積層されるとともに、前記フリー磁性層に検出電流を与える一对の導電層と、前記フリー磁性層の磁化方向を描く一对の絶縁性バイアス層とを備えるスピバルブ型薄膜磁気素子と、該スピバルブ型薄膜磁気素子の厚さ方向両側に積層された一对のシールド層を具備してなるものであって、一方の前記シールド層に、前記スピバルブ型薄膜磁気素子側に向けて突出する凸部が形成されるとともに、前記一对の絶縁性バイアス層が前記凸部のトラック幅方向両側に配置されていることを特徴とする。なお、前記絶縁性バイアス層は、一方のシールド層とフリー磁性層若しくは導電層との間に配置されていることが好ましい。

【0027】かかる薄膜磁気ヘッドにおいては、一对の絶縁性バイアス層を、シールド層の凸部の両側に配置することにより、一对の絶縁性バイアス層の一部若しくは全部がシールド層に埋め込まれた形となる。これにより、他方のシールド層に接するスピバルブ型薄膜磁気素子の面に生じる段差を小さくすることが可能になり、他方のシールド層に段差が伝搬することがなく、例えばこの他方のシールド層上にギャップ層及び上部コア層を積層してインダクティブヘッドを形成した場合でも、ギャップ層に段差が生じることがなく書き込み磁気ギャップがいびつな形状になることがない。

【0028】また、一对の絶縁性バイアス層の一部若しくは全部がシールド層に埋め込まれるので、磁気記録密度の高度化に伴いスピバルブ型薄膜磁気素子及び両方のシールド層の間隔を薄くして狭ギャップ化した場合でも、絶縁性バイアス層を薄くする必要がなくバイアス磁

界の損失が無くなって、フリー磁性層の磁化方向を一方に確実に揃えることが可能となる。また、絶縁性の高い絶縁性バイアス層がシールド層に積層されており、ギャップデプスを決定するために媒体対向面を研磨した際にシールド層の一部が引き延ばされてグレが生じたとしても、シールド層が絶縁性バイアス層により絶縁されているので、シールド層とスピバルブ型薄膜磁気素子とがショートする確率を低減させることが可能になる。

【0029】更に本発明の薄膜磁気ヘッドは、先に記載の薄膜磁気ヘッドであって、少なくとも前記フリー磁性層のトラック幅方向両側に位置するとともに、前記一对の絶縁性バイアス層に積層されて交換異方性磁界が発現され、この交換異方性磁界により前記フリー磁性層の磁化方向を描く一对の強磁性層が備えられたことを特徴とする。

【0030】かかる薄膜磁気ヘッドにおいては、製造時に絶縁性バイアス層と強磁性層とを順次積層するため、これらの層の界面に不純物等が混入することがなく、絶縁性バイアス層と強磁性層との界面にて大きな交換結合磁界が発現されて、この交換結合磁界によりフリー磁性層の磁化方向をトラック幅方向に確実に揃えることが可能になる。

【0031】また、一方のシールド層と強磁性層との間に絶縁性バイアス層が配置されることになるので、ギャップデプスを決定するために媒体対向面を研磨した際にシールド層の一部が引き延ばされてグレが生じたとしても、このグレが絶縁性バイアス層を跨いで強磁性層まで達する確率が低くなり、シールド層とスピバルブ型薄膜磁気素子とのショートの発生確率を低減させることができる。

【0032】また本発明の薄膜磁気ヘッドでは、少なくとも前記凸部に絶縁層が積層されるとともに該絶縁層に一方の前記反強磁性層と一方の前記固定磁性層と一方の前記非磁性導電層が積層され、これら凸部、一方の反強磁性層、一方の固定磁性層及び一方の非磁性導電層のトラック幅方向両側に前記絶縁性バイアス層が配置され、かつ一方の非磁性導電層の層面と一对の絶縁性バイアス層の層面とが同一面とされ、この同一面に前記フリー磁性層が積層されていることが好ましい。

【0033】かかる薄膜磁気ヘッドにおいては、絶縁層と前記一对の絶縁性バイアス層とにより同一面が形成され、この同一面に前記フリー磁性層が積層されるため、フリー磁性層に段差が生じることがない。また、フリー磁性層と絶縁性バイアス層が接しているため、これらの層の界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）が発現し、この交換結合磁界によりフリー磁性層の磁化方向がトラック幅方向に揃えられる。従って、この薄膜磁気ヘッドにおいては、フリー磁性層の磁化方向をトラック幅方向に確実に揃えることが可能となり、バルクハウゼンノイズの低減が可能になる。

【0034】また本発明の薄膜磁気ヘッドは、先に記載の薄膜磁気ヘッドであって、他方の前記シールド層に、前記スピンバルブ型薄膜磁気素子側に向けて突出する別の凸部が形成され、この別の凸部のトラック幅方向両側に前記一対の導電層が配置されていることを特徴とする。なお、導電層とシールド層の間には絶縁層が設けられていることが好ましい。

【0035】かかる薄膜磁気ヘッドにおいては、一対の導電層を、他方のシールド層の凸部の両側に配置することにより、一対の導電層の一部若しくは全部が絶縁層を介して他方のシールド層に埋め込まれる形になる。これにより、磁気記録密度の高度化に伴いスピンバルブ型薄膜磁気素子を薄くして狭ギャップ化した場合でも、導電層の厚さを薄くする必要はなく、検出電流を効率よくフリー磁性層に与えることが可能となる。

【0036】更にまた本発明の薄膜磁気ヘッドにおいては、他方の前記シールド層に、前記スピンバルブ型薄膜磁気素子側に向けて突出する別の凸部が形成され、この別の凸部に他方の前記反強磁性層と他方の前記固定磁性層と他方の前記非磁性導電層が積層され、これら別の凸部、他方の反強磁性層、他方の固定磁性層及び他方の非磁性導電層のトラック幅両側に前記一対の導電層が配置され、かつ他方の非磁性導電層の層面と一対の導電層の層面とが同一面とされ、この同一面に前記フリー磁性層が積層されていることが好ましい。

【0037】かかる薄膜磁気ヘッドにおいては、他方の非磁性導電層の層面と一対の導電層の層面とが同一面とされ、この同一面に前記フリー磁性層が積層されているので、導電層とフリー磁性層とが直に接して導電層から検出電流をフリー磁性層に効率よく与えることが可能になる。

【0038】また、本発明の浮上式磁気ヘッドは、先に記載の磁気ヘッドであって、スライダに、先のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドを備えてなることを特徴とする。

【0039】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

(第1の実施形態) 図1に本発明の第1の実施形態である薄膜磁気ヘッドの断面図を示し、図2、図3及び図4にこの薄膜磁気ヘッドを備えた浮上式磁気ヘッドを示す。

【0040】図2に示す浮上式磁気ヘッド1は、スライダ2と、スライダ2の端面2dに備えられた薄膜磁気ヘッド3及びインダクティブヘッド4を主体として構成されている。符号5は、スライダ2の磁気記録媒体の移動方向の上流側であるリーディング側を示し、符号6は、トレーリング側を示す。このスライダ2の媒体対向面7には、レール2a、2a、2bが形成され、各レール同士間、エアグループ2c、2cとされている。

【0041】図3及び図4に示すように、本発明の薄膜磁気ヘッド3は、スライダ2の端面2d上に形成された絶縁層11と、この絶縁層11上に積層された下部シールド層12と、下部シールド層12に形成された本発明に係るスピンバルブ型薄膜磁気素子10と、スピンバルブ型薄膜磁気素子10を覆う上部シールド層13とから構成されている。上部シールド層13は、後述するインダクティブヘッド4の下部コア層と兼用とされている。

【0042】インダクティブヘッド4は、下部コア層(上部シールド層)13と、下部コア層13に積層されたギャップ層14と、コイル15と、コイル15を覆う上部絶縁層16と、ギャップ層14に接合され、かつコイル15側にて下部コア層13に接合される上部コア層17とから構成されている。ギャップ層14を介して上部コア層17と下部コア層13とが対向して配置されており、この部分が書き込み磁気ギャップG1となる。コイル15は、平面的に螺旋状となるようにパターン化されている。また、コイル15のほぼ中央部分にて上部コア層17の基端部17bが下部コア層13に磁氣的に接続されている。また、上部コア層17には、アルミナなどからなる保護層18が積層されている。なお、図1、図3及び図4において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド3及びインダクティブヘッド4のトラック幅方向である。

【0043】図1に示すように、本発明の薄膜磁気ヘッド3は、スピンバルブ型薄膜磁気素子10と、このスピンバルブ型薄膜磁気素子10の厚さ方向両側に積層された上部シールド層13及び下部シールド層12とからなる。上部、下部シールド層13、12は磁性合金からなるものである。また、図1に示すように、下部シールド層12には、スピンバルブ型薄膜磁気素子10側に突出する凸部12aが設けられ、上部シールド層13には、スピンバルブ型薄膜磁気素子10側に突出する別の凸部13aが設けられている。

【0044】スピンバルブ型薄膜磁気素子10は、フリー磁性層、非磁性導電層、固定磁性層及び反強磁性層が1層づつ順に積層されて構成された、いわゆるトップ型のシングルスピンバルブ型薄膜磁気素子である。このスピンバルブ型薄膜磁気素子10において、符号21は、下部シールド層12の凸部12a上に設けられた Al_2O_3 からなる絶縁層を示している。そして、この凸部12a及び絶縁層21の図示X1方向両側(トラック幅方向両側)には、一対の絶縁性バイアス層28、28が配置されている。絶縁性バイアス層28、28は、その上面28a(層面)が絶縁層21の上面(層面)21aと同一面を形成する厚さまで積層されている。一対の絶縁性バイアス層28、28は、下部シールド層12の凸部12aの図示X1方向両側に配置されることによって、その一部が下部シールド層12に埋め込まれた形にな

る。

【0045】絶縁性バイアス層28、28及び絶縁層21上には、フリー磁性層22が積層されている。フリー磁性層22は、絶縁層21及び絶縁性バイアス層28、28によって下部シールド層12から絶縁されている。そしてこのフリー磁性層22に、非磁性導電層23、固定磁性層24及び反強磁性層25が順次積層されている。また、反強磁性層25上には、フリー磁性層22に検出電流を与える一対の導電層26、26が図示X1方向（トラック幅方向）に沿って離間して積層され、更に、導電層26、26及び反強磁性層25を覆うAl₂O₃などからなる絶縁層27が積層されている。そして、この絶縁層27上に上部シールド層13が積層されている。

【0046】また図1に示すように、一対の導電層26、26の間には、絶縁層27の凸部27a及び上部シールド層13の凸部13aが位置することになる。すなわち導電層26、26は、上部シールド層13の凸部13aのトラック幅方向両側に位置することになる。

【0047】絶縁性バイアス層28、28は、絶縁性反強磁性材料からなるもので、フリー磁性層22に接して、絶縁性バイアス層28、28とフリー磁性層22との界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、この交換結合磁界によりフリー磁性層22の磁化方向が図示X1方向に揃えられ、フリー磁性層22が単磁区化されてバルクハウゼンノイズが抑制される。

【0048】絶縁性バイアス層28、28の厚さは、200～1000Åの範囲とすることが好ましく、フリー磁性層22の磁化方向を確実にX1方向に揃えるためには500～1000Åの範囲とすることがより好ましい。また、絶縁性バイアス層28、28の厚さが200Å未満では、スピンバルブ型薄膜磁気素子10に占める絶縁材の厚さが薄くなることになり、浮上式磁気ヘッドを製造する際の媒体対向面の研磨工程において、下部シールド層12の一部が引き延ばされてダレが生じたときに、このダレが絶縁性バイアス層28、28を跨いでフリー磁性層22まで達する確率が高くなり、下部シールド層12とスピンバルブ型薄膜磁気素子10とのショートが発生確率が高くなるので好ましくないと共に、フリー磁性層22の磁化方向を揃えるための交換結合磁界が小さくなるので好ましくない。なお、絶縁性バイアス層28、28の厚さは、下部シールド層12の凸部12aの高さ及び絶縁層21の厚さを調整することによって決定される。

【0049】この絶縁性バイアス層28、28は、NiO、 α -Fe₂O₃等の酸化物絶縁性反強磁性材料からなることが好ましく、特にNiOを用いることが好ましい。

【0050】また、反強磁性層25は反強磁性材料からなるもので、固定磁性層24に積層されていて、固定磁

性層24と反強磁性層25との界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、固定磁性層24の磁化方向を図示Y方向に固定させる。これにより、フリー磁性層22の磁化方向と固定磁性層24の磁化方向とが交差する関係になる。反強磁性層25は導電性の材料であることが好ましい。反強磁性層25が絶縁性の材料であると、導電層26、26から検出電流をフリー磁性層22に与えることができなくなるので好ましくない。

【0051】反強磁性層25は、PtMn合金で形成されていることが好ましい。PtMn合金は、従来から反強磁性層として使用されているNiMn合金やFeMn合金などに比べて耐食性に優れ、しかもブロッキング温度が高く、交換結合磁界も大きい。また、PtMn合金に代えて、X-Mn（ただし、Xは、Pd、Ru、Ir、Rh、Osのうちから選択される1種の元素を示す。）の式で示される合金あるいはX'-Pt-Mn（ただし、X'は、Pd、Ru、Ir、Rh、Os、Au、Agのうちから選択される1種または2種以上の元素を示す。）の式で示される合金で形成されていてもよい。

【0052】また、前記PtMn合金および前記X-Mnの式で示される合金において、PtあるいはXが37～63原子%の範囲であることが望ましい。より好ましくは、47～57原子%の範囲である。さらにまた、X'-Pt-Mnの式で示される合金において、X'+Ptが37～63原子%の範囲であることが望ましい。より好ましくは、47～57原子%の範囲である。さらに、前記X'-Pt-Mnの式で示される合金としては、X'が0、2～10原子%の範囲であることが望ましい。反強磁性層25として、上記した適正な組成範囲の合金を使用し、これをアニール処理することで、大きな交換結合磁界を発生する反強磁性層25を得ることができる。とくに、PtMn合金であれば、800（Oe）を越える交換結合磁界を有し、交換結合磁界を失うブロッキング温度が380℃と極めて高い優れた反強磁性層25を得ることができる。

【0053】固定磁性層24は、強磁性体の薄膜からなり、例えば、Co、NiFe合金、CoNiFe合金、CoFe合金、CoNi合金などで形成されることが好ましい。また、非磁性導電層23は、Cu、Cr、Au、Agなどに代表される非磁性体からなることが好ましい。フリー磁性層22は、固定磁性層24と同様の材質で形成されることが好ましい。尚、図1においてはフリー磁性層22は単一層とされているが、Co膜、NiFe合金膜を積層してなる多層構造であっても良い。非磁性導電層23を固定磁性層24とフリー磁性層22で挟む構造の巨大磁気抵抗効果発生機構にあつては、固定磁性層24とフリー磁性層22を同種の材質で構成する方が、異種の材質で構成するよりも、伝導電子のスピン依存散乱以外の因子が生じる可能性が低く、より高い磁

気抵抗効果を得ることが可能である。また、導電層26、26はCr、Ta、Au、Cu等からなることが好ましい。

【0054】この薄膜磁気ヘッド3では、ハードディスクなどの記録媒体からの洩れ磁界によってフリー磁性層22の磁化方向が変動すると、図示Y方向に固定された固定磁性層24の磁化との関係でスピンバルブ型薄膜磁気素子10の電気抵抗が変化し、この電気抵抗値の変化に基づく電圧変化により、記録媒体からの洩れ磁界が検出される。

【0055】次に、この薄膜磁気ヘッド3の製造方法を図5～図10を参照して説明する。まず図5に示すように、下部シールド層12上に絶縁層21を積層する。次に図6に示すように、絶縁層21上にPEB (Post Exposure Bake) 法等の手段によりリフトオフレジスト1を形成し、このリフトオフレジスト1の両側をイオンミリング法 (物理的イオンビームエッチング法) によりエッチングしてエッチングして凸部12aを形成する。

【0056】次に図7に示すように、リフトオフレジスト1及びリフトオフレジスト1の両側 (凸部12aの両側) に絶縁性バイアス層28を積層し、リフトオフレジスト1を除去する。このようにして一対の絶縁性バイアス層28、28を形成する。絶縁性バイアス層28、28はその上面 (層面) 28aが絶縁層21の上面 (層面) 21aと同一面を形成するまで積層する。

【0057】次に図8に示すように、絶縁性バイアス層28、28及び絶縁層21の上に、フリー磁性層22、非磁性導電層23、固定磁性層24及び反強磁性層25を順次積層する。次に図9に示すように、反強磁性層25上にリフトオフレジスト12を形成し、このリフトオフレジスト12及びその両側に導電層26を積層する。

【0058】尚、フリー磁性層22を積層する前に、絶縁性バイアス層28の上面28aを逆スパッタリング等の手段によりエッチングする必要がある。これは、リフトオフレジスト1の形成をスパッタリング装置等の外部に行うために、上面28aが一時的に大気圧雰囲気中に曝され、大気中の酸素等の不純物により上面28aが汚染される。そして、この汚染された上面28aにフリー磁性層22を積層しても、これらの層の界面では交換結合磁界が発現し得ないので、フリー磁性層22を積層する前に絶縁性バイアス層28の上面28aをエッチングして不純物を除去する必要があるからである。

【0059】最後に図10に示すように、リフトオフレジスト12を除去し、絶縁層27及び上部シールド層13を積層する。リフトオフレジスト12上に積層された導電層26はリフトオフレジスト12と共に除去されるため、反強磁性層25上に導電層26が積層され

ない部分が生じ、この部分に積層された絶縁層27に段差が生じ、この段差によって上部シールド層13に凸部13aが形成される。従って、導電層26、26は上部シールド層13の凸部13aの両側に配置されることになる。また、絶縁層27の段差の高さは、導電層26、26のみの厚さに相当する高さとなる。このようにして上記の薄膜磁気ヘッド3が製造される。

【0060】この薄膜磁気ヘッド3においては、一対の絶縁性バイアス層28、28が下部シールド層12及び絶縁層21に埋め込まれ、その上にフリー磁性層22、非磁性導電層23、固定磁性層24及び反強磁性層25が積層され、更に一対の導電層26、26が積層されているので、スピンバルブ型薄膜磁気素子の上面を構成する絶縁層27の段差が導電層26、26の厚さ分だけとなり、従来の薄膜磁気ヘッドのトラック部G2近傍に生じた段差よりも小さくなる。すなわち図4に示すように、一対の絶縁性バイアス層28、28が下部シールド層12の凸部12aのX1方向両側に配置されることによって、絶縁層27の段差が小さくなり、これにより上部シールド層13に段差が生じることがなく、この上部シールド層13上にギャップ層14及び上部コア層17を積層してインダクティブヘッド4を形成した場合でもギャップ層14に段差が生じることがなく、インダクティブヘッド4の書き込み磁気ギャップG1がいびつな形状になることがない。

【0061】また、下部シールド層12とフリー磁性層22との間に絶縁性バイアス層28、28が配置されているので、ギャップデプスを決定するために媒体対向面7を研磨した際に下部シールド層12の一部が引き延ばされてグレが生じたとしても、このグレが絶縁性バイアス層28、28を跨いでフリー磁性層22まで達する確率が低くなり、下部シールド層12とスピンバルブ型薄膜磁気素子10とのショートが発生確率を低減させることができる。また、一対の絶縁性バイアス層28、28が下部シールド層12及び絶縁層21に埋め込まれるので、磁気記録密度の高度化に伴いスピンバルブ型薄膜磁気素子10及び絶縁層21、27を薄くして狭ギャップ化した場合でも、絶縁性バイアス層28、28を薄くする必要がなく、フリー磁性層22の磁化方向を一方に確実に揃えることができる。

【0062】またこの薄膜磁気ヘッド3においては、凸部12a上の絶縁層21の層面21aと一対の絶縁性バイアス層28、28の層面28aとが同一面とされ、この同一面にフリー磁性層22が積層されているので、フリー磁性層22に段差が生じることがなく、フリー磁性層22の磁化方向をトラック幅方向に確実に揃えることが可能となり、バルクハウゼンノイズを低減できる。

【0063】更にこの薄膜磁気ヘッド3においては、一対の導電層26、26が、上部シールド層13の凸部13aの両側に配置されてその一部が上部シールド層13

に埋め込まれた形になるので、磁気記録密度の高度化に伴いスピナルバルブ型薄膜磁気素子10を薄くして狭トラック化する場合にも、導電層26、26の厚さを薄くする必要はなく、検出電流を効率よくフリー磁性層22に与えることが可能となる。

【0064】(第2の実施形態)図11に本発明の第2の実施形態である薄膜磁気ヘッド103の断面図を示す。尚、図11において、前述した図1～図4に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくは説明を省略する。

【0065】図11に示すように、この薄膜磁気ヘッド103は、前記の薄膜磁気ヘッド3と同様にインダクティブヘッド4と共に浮上式磁気ヘッドを構成するもので、スピナルバルブ型薄膜磁気素子104と、このスピナルバルブ型薄膜磁気素子104の厚さ方向両側に積層された上部シールド層13及び下部シールド層12とからなる。また、図11に示すように、下部シールド層12には、スピナルバルブ型薄膜磁気素子104側に突出する凸部12aが設けられている。なお、図11において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド103のトラック幅方向である。

【0066】このスピナルバルブ型薄膜磁気素子104において、符号21は、下部シールド層12の凸部12a上に設けられた絶縁層を示している。そして、この凸部12a及び絶縁層21の図示X1方向両側(トラック幅方向両側)には、一対の絶縁性バイアス層28、28が配置されている。絶縁性バイアス層28、28は、その上面28a(層面)が絶縁層21の上面(層面)21aと同一面を形成する厚さまで積層されている。一対の絶縁性バイアス層28、28は、下部シールド層12の凸部12aの図示X1方向両側に配置されることによって、その一部が下部シールド層12に埋め込まれた形になる。

【0067】絶縁性バイアス層28、28及び絶縁層21上には、フリー磁性層22が積層されている。フリー磁性層22は、絶縁層21及び絶縁性バイアス層28、28によって下部シールド層12から絶縁されている。そしてこのフリー磁性層22に、非磁性導電層33、固定磁性層34及び反強磁性層35が順次積層されている。これら非磁性導電層33、固定磁性層34及び反強磁性層35は、その形状がトラック幅に対応する幅を有する断面視略台形状とされている。

【0068】また、非磁性導電層33、固定磁性層34及び反強磁性層35の図示X1方向両側(トラック幅方向両側)には、一対の導電層36、36がフリー磁性層22上に積層されて配置されている。更に、導電層36、36及び反強磁性層35上には Al_2O_3 などからなる絶縁層37が積層され、この絶縁層37上に上部シールド層13が積層される。

ルド層13が積層される。

【0069】絶縁性バイアス層28、28はフリー磁性層22に接していて、これらの層28、22の界面にて交換結合磁界(交換異方性磁界)を発現させ、この交換結合磁界によりフリー磁性層22の磁化方向を図示X1方向に揃えさせる。

【0070】反強磁性層35は、前述した反強磁性層25と同等の材料からなるもので、固定磁性層34に積層されて、固定磁性層34と反強磁性層35との界面にて交換結合磁界(交換異方性磁界)を発現させ、固定磁性層34の磁化方向を図示Y方向に固定させる。これにより、フリー磁性層22の磁化方向と固定磁性層34の磁化方向とが交差する関係になる。

【0071】固定磁性層34、非磁性導電層33及び導電層36、36は、前述した固定磁性層24、非磁性導電層23及び導電層26、26と各々同等の材料からなるものである。

【0072】この薄膜磁気ヘッド103では、ハードディスクなどの記録媒体からの洩れ磁界によってフリー磁性層22の磁化方向が変動すると、図示Y方向に固定された固定磁性層34の磁化との関係でスピナルバルブ型薄膜磁気素子104の電気抵抗が変化し、この電気抵抗値の変化に基づく電圧変化により、記録媒体からの洩れ磁界が検出される。

【0073】上述の薄膜磁気ヘッド103の製造方法は、先に説明した薄膜磁気ヘッド3の製造方法と一部重複している。すなわち、前述した図5から図8での工程は、上記の薄膜磁気ヘッド103の製造工程と共通する。この薄膜磁気ヘッド103では、フリー磁性層22上に非磁性導電層33、固定磁性層34、反強磁性層35を順次積層した後(図8)、更に反強磁性層35上にリフトオフレジストを形成する。そしてリフトオフレジストの両側をイオンミリング法(物理的イオンビームエッチング法)によりフリー磁性層22に達するまでエッチングして、非磁性導電層33、固定磁性層34及び反強磁性層35を断面視略台形状とする。そして、非磁性導電層33、固定磁性層34、反強磁性層35の両側に導電層36を積層し、リフトオフレジストを除去し、更に絶縁層37及び上部シールド層13を積層してこの薄膜磁気ヘッド103が得られる。

【0074】この薄膜磁気ヘッド103においては、一対の絶縁性バイアス層28、28が下部シールド層12の凸部12aのX1方向両側に配置されているので、絶縁層37の段差を小さくさせることができ、上部シールド層13に段差を生じることがなく、例えばこの上部シールド層13上にギャップ層14及び上部コア層17を積層してインダクティブヘッド4を形成した場合でもギャップ層14に段差が生じることがなく、インダクティブヘッド4の書き込み磁気ギャップG1がいびつな形状になることがない。

【0075】また、下部シールド層12とフリー磁性層22との間に絶縁性バイアス層28、28が配置されているので、ギャップデプスを決定するために媒体対向面7を研磨した際に下部シールド層12の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層28、28を跨いでフリー磁性層22まで達する確率が低くなり、下部シールド層12とスピバルブ型薄膜磁気素子104とのショートが発生確率を低減させることができる。また、一対の絶縁性バイアス層28、28が下部シールド層12及び絶縁層21に埋め込まれるので、磁気記録密度の高度化に伴いスピバルブ型薄膜磁気素子104及び絶縁層21、37を薄くして狭ギャップ化した場合でも、絶縁性バイアス層28、28を薄くする必要がなく、フリー磁性層22の磁化方向を一方に確実に揃えることができる。

【0076】また、上記の薄膜磁気ヘッド103においては、導電層36、36がフリー磁性層22に接しているので、検出電流をフリー磁性層22に効率よく与えることができ、薄膜磁気ヘッド103の検出感度を高めることができる。

【0077】また、絶縁性バイアス層28、28が下部シールド層12及び絶縁層21に埋め込まれると共に、導電層36、36が非磁性導電層33、固定磁性層34、反強磁性層35のトラック幅方向両側に位置するので、スピバルブ型薄膜磁気素子104をより薄くでき、薄膜磁気ヘッド103を狭トラック化させることができる。

【0078】(第3の実施形態) 図12に本発明の第3の実施形態である薄膜磁気ヘッド113の断面図を示す。尚、図12において、前述した図1～図4に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくは説明を省略する。

【0079】図12に示すように、この薄膜磁気ヘッド113は、前記の薄膜磁気ヘッド3と同様にインダクティブヘッド4と共に浮上式磁気ヘッドを構成するもので、スピバルブ型薄膜磁気素子114と、このスピバルブ型薄膜磁気素子114の厚さ方向両側に積層された上部シールド層13及び下部シールド層12とからなる。また、図12に示すように、下部シールド層12には、スピバルブ型薄膜磁気素子114側に突出する凸部12aが設けられ、上部シールド層13には、スピバルブ型薄膜磁気素子114側に突出する凸部13aが設けられている。なお、図12において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド113のトラック幅方向である。

【0080】このスピバルブ型薄膜磁気素子114は、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層が1層ずつ順に積層されて構成された、いわゆる

ボトム型のシングルスピンバルブ型薄膜磁気素子である。このスピバルブ型薄膜磁気素子114において、符号21は、下部シールド層12の凸部12a上に設けられた絶縁層を示している。そして、凸部12aの図示X1方向両側には層間絶縁層31、31及び一対の導電層46、46が順次積層されて配置されている。また、層間絶縁層31、31は、凸部12aの傾斜側面上に延在して絶縁層21に接している。また、導電層46、46は、その上面46a(層面)が絶縁層21の上面(層面)21aと同一面を形成する厚さまで積層されている。一対の導電層46、46は、下部シールド層12の凸部12aの図示X1方向両側に配置されることによって、その一部が下部シールド層12に埋め込まれた形になる。導電層46、46及び絶縁層21上には、反強磁性層45が積層されている。従って、導電層46、46及び反強磁性層45は、絶縁層21及び層間絶縁層31、31によって下シールド層12から絶縁されている。

【0081】反強磁性層45には、固定磁性層44、非磁性導電層43及びフリー磁性層22が順次積層されている。また、フリー磁性層22上には、一対の絶縁性バイアス層38、38が図示X1方向(トラック幅方向)に沿って離間して積層され、更に、絶縁性バイアス層38、38及びフリー磁性層22上に Al_2O_3 などからなる絶縁層47が積層され、この絶縁層47上に上部シールド層13が積層されている。このようにフリー磁性層22は、絶縁性バイアス層38、38と絶縁層47により上部シールド層13と絶縁されている。

【0082】また図12に示すように、一対の絶縁性バイアス層38、38の間には、絶縁層47の凸部47a及び上部シールド層13の凸部13aが位置することになる。すなわち、絶縁性バイアス層38、38は上部シールド層13の凸部13aのトラック幅方向両側に位置することになり、上部シールド層13に埋め込まれた形になる。

【0083】絶縁性バイアス層38、38は先に説明した絶縁性バイアス層28、28と同等の材料からなるもので、フリー磁性層22に接していて、これらの層38、22の界面にて交換結合磁界(交換異方性磁界)を発現させ、この交換結合磁界によりフリー磁性層22の磁化方向を図示X1方向に揃えさせる。

【0084】反強磁性層45は、前述した反強磁性層25と同等の材料からなるもので、固定磁性層44に接していて、固定磁性層44と反強磁性層45との界面にて交換結合磁界(交換異方性磁界)を発現させ、固定磁性層44の磁化方向を図示Y方向に固定させる。これにより、フリー磁性層22の磁化方向と固定磁性層44の磁化方向とが交差する関係になる。

【0085】固定磁性層44、非磁性導電層43及び導電層46、46は、前述した固定磁性層24、非磁性導

10

20

30

40

50

電層23及び導電層26、26と各々同等の材料からなるものである。

【0086】この薄膜磁気ヘッド113は、第1の実施形態の薄膜磁気ヘッド3の製造方法に類似した方法により製造される。第1の実施形態の薄膜磁気ヘッド3の製造方法との主たる相違点は、下部シールド層12の凸部12aの両側に一對の導電層46、46を形成する点と、導電層46及び凸部12a上に、反強磁性層45、固定磁性層44、非磁性導電層43、フリー磁性層22を順次積層する点と、フリー磁性層22上に一對の絶縁性バイアス層38、38を形成する点、である。

【0087】すなわち、下部シールド層12上に絶縁層21を積層し、絶縁層21上にリフトオフレジストを形成し、リフトオフレジストのトラック幅方向両側をエッチングして凸部12aを形成する。次に、エッチングして露出した下部シールド層上及びリフトオフレジスト上に層間絶縁層31及び導電層46を積層し、リフトオフレジストを除去する。次に導電層46、46上に反強磁性層45、固定磁性層44、非磁性導電層43及びフリー磁性層22を順次積層する。そして、フリー磁性層22上にリフトオフレジストを形成し、リフトオフレジスト及びそのトラック幅方向両側に絶縁性バイアス層38を形成し、リフトオフレジストを除去し、更に絶縁層47及び上部シールド層13を積層して、薄膜磁気ヘッド113を得る。

【0088】尚、フリー磁性層22上に絶縁性バイアス層38、38を積層する前に、フリー磁性層22の上面を逆スパッタリング等によりエッチングすることが好ましい。これは、リフトオフレジストの形成をスパッタリング装置等の外部に行うために、フリー磁性層22が一時的に大気圧雰囲気中に曝され、大気中の酸素等の不純物によりフリー磁性層22の上面が汚染される。そして、この汚染された上面に絶縁性バイアス層38、38を積層しても、これらの層の界面では交換結合磁界が発現し得ないので、絶縁性バイアス層38、38を積層する前にフリー磁性層22の上面をエッチングして不純物を除去する必要があるからである。

【0089】この薄膜磁気ヘッド113においては、一對の導電層46、46が下部シールド層12及び絶縁層21に埋め込まれているので、スピバルブ型薄膜磁気素子114の上面を構成する絶縁層47の段差が絶縁性バイアス層38、38の厚さ分だけとなり、従来の薄膜磁気ヘッドのトラック部G2近傍に生じた段差よりも小さくなる。すなわち、一對の導電層46、46が下部シールド層12の凸部12aのX1方向両側に配置されることによって、絶縁層47の段差が小さくなり、これにより上部シールド層13に段差が生じることがない。従って、例えばこの上部シールド層13上にギャップ層14及び上部コア層17を積層してインダクティブヘッド4を形成した場合でもギャップ層14に段差が生じるこ

とがなく、インダクティブヘッド4の書き込み磁気ギャップG1がいびつな形状になることがない。

【0090】また、上部シールド層13とフリー磁性層22との間に絶縁性バイアス層38、38が配置されているので、ギャップデプスを決定するために媒体対向面7を研磨した際に上部シールド層13の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層38、38を跨いでフリー磁性層22まで達する確率が低くなり、上部シールド層13とスピバルブ型薄膜磁気素子114とのショートが発生確率を低減させることができる。

【0091】また、導電層46、46が下部シールド層12に埋め込まれると共に、絶縁性バイアス層38、38が上部シールド層13に埋め込まれるので、磁気記録密度の高度化に伴いスピバルブ型薄膜磁気素子114及び絶縁層21、47を薄くして狭ギャップ化した場合でも、絶縁性バイアス層38、38及び導電層46、46を薄くする必要がなく、フリー磁性層22の磁化方向を一方に確実に揃えることができると共に検出電流を効率よく流すことができ、薄膜磁気ヘッド113の検出感度を高くできる。

【0092】(第4の実施形態)図13に本発明の第4の実施形態である薄膜磁気ヘッド123の断面図を示す。尚、図13において、前述した図1～図4に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくは説明を省略する。

【0093】図13に示すように、この薄膜磁気ヘッド123は、前記の薄膜磁気ヘッド3と同様にインダクティブヘッド4と共に浮上式磁気ヘッドを構成するもので、スピバルブ型薄膜磁気素子124と、このスピバルブ型薄膜磁気素子124の厚さ方向両側に積層された上部シールド層13及び下部シールド層12とからなる。また、図13に示すように、上部シールド層13には、スピバルブ型薄膜磁気素子124側に突出する凸部13aが設けられている。なお、図13において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド123のトラック幅方向である。

【0094】このスピバルブ型薄膜磁気素子124は、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層が1層ずつ順に積層されて構成された、いわゆるボトム型のシングルスピンバルブ型薄膜磁気素子である。このスピバルブ型薄膜磁気素子124において、符号31は、下部シールド層12上に積層されたAl₂O₃などからなる絶縁層を示している。そして、絶縁層31には、一對の導電層56、56が図示X1方向に沿って互いに離間して積層されている。そして、導電層56、56及び絶縁層31上にはこれらの層を覆う反強磁性層55が積層され、反強磁性層55上には固定磁性層

21

54、非磁性導電層53、フリー磁性層32が順次積層されている。また、フリー磁性層32上には、一対の絶縁性バイアス層48、48が図示X1方向に沿って互いに離間して積層され、絶縁性バイアス層48、48及びフリー磁性層32上にはこれらの層を覆う Al_2O_3 などからなる絶縁層57が積層され、絶縁層57上に上部シールド層13が積層されている。このようにしてフリー磁性層32は、絶縁層57及び絶縁性バイアス層48、48によって上部シールド層13から絶縁されている。

【0095】一対の絶縁性バイアス層48、48同士の間には、絶縁層57の凸部57a及び上部シールド層13の凸部13aが位置することになる。すなわち、絶縁性バイアス層48、48は上部シールド層13の凸部13aのトラック幅方向両側に位置することになり、上部シールド層13に埋め込まれた形になる。

【0096】絶縁性バイアス層48、48は先に説明した絶縁性バイアス層28、28と同等の材料からなるものであり、フリー磁性層32に接していて、これらの層48、32の界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、この交換結合磁界によりフリー磁性層32の磁化方向を図示X1方向に揃えさせる。

【0097】反強磁性層55は、前述した反強磁性層25と同等の材料からなるもので、固定磁性層54に接していて、固定磁性層54と反強磁性層55との界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、固定磁性層54の磁化方向を図示Y方向に固定させる。これにより、フリー磁性層32の磁化方向と固定磁性層54の磁化方向とが交差する関係になる。

【0098】フリー磁性層32、固定磁性層54、非磁性導電層53及び導電層56は、前述したフリー磁性層22、固定磁性層24、非磁性導電層23及び導電層26と各々同等の材料からなるものである。

【0099】この薄膜磁気ヘッド123は、以下のようにして製造される。まず、下部シールド層12上に絶縁層31を積層し、絶縁層31上にリフトオフレジストを形成し、絶縁層31及びリフトオフレジストに導電層56を形成し、リフトオフレジストを除去する。次に、導電層56、56及び絶縁層31上に、反強磁性層55、固定磁性層54、非磁性導電層53及びフリー磁性層32を順次積層する。更に、フリー磁性層32上にリフトオフレジストを形成し、フリー磁性層32及びリフトオフレジストに絶縁性バイアス層48を積層し、リフトオフレジストを除去する。最後に、絶縁性バイアス層48、48及びフリー磁性層32上に絶縁層57を積層し、絶縁層57上に上部シールド層13を積層して薄膜磁気ヘッド13が得られる。尚、上記と同様な理由から、絶縁性バイアス層48、48を積層する前に、フリー磁性層32の上面を逆スパッタリング等によりエッチングすることが好ましい。

【0100】この薄膜磁気ヘッド123においては、一

22

対の絶縁性バイアス層48、48が上部シールド層13に埋め込まれているので、磁気記録密度の高度化に伴いスピナバルブ型薄膜磁気素子124及び絶縁層31、57を薄くして狭ギャップ化した場合でも、絶縁性バイアス層48、48を薄くする必要がなく、フリー磁性層32の磁化方向を一方向に確実に揃えることができると共に検出電流を効率よく流すことができ、薄膜磁気ヘッド123の検出感度を高くできる。

【0101】また、上部シールド層13とフリー磁性層32との間に絶縁性バイアス層48、48が配置されているので、ギャップデプスを決定するために媒体対向面7を研磨した際に上部シールド層13の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層48、48を跨いでフリー磁性層32まで達する確率が低くなり、上部シールド層13とスピナバルブ型薄膜磁気素子124とのショートが発生確率を低減させることができる。

【0102】（第5の実施形態）図14に本発明の第5の実施形態である薄膜磁気ヘッド133の断面図を示す。尚、図14において、前述した図1～図4に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくは説明を省略する。

【0103】図14に示すように、この薄膜磁気ヘッド133は、前記の薄膜磁気ヘッド3と同様にインダクティブヘッド4と共に浮上式磁気ヘッドを構成するもので、スピナバルブ型薄膜磁気素子134と、このスピナバルブ型薄膜磁気素子134の厚さ方向両側に積層された上部シールド層13及び下部シールド層12とからなる。また、図14に示すように、下部シールド層12には、スピナバルブ型薄膜磁気素子134側に突出する凸部12aが設けられ、上部シールド層13には、スピナバルブ型薄膜磁気素子134側に突出する凸部13aが設けられている。なお、図14において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド133のトラック幅方向である。

【0104】このスピナバルブ型薄膜磁気素子134は、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層が1層ずつ順に積層されて構成された、いわゆるボトム型のシングルスピナバルブ型薄膜磁気素子である。このスピナバルブ型薄膜磁気素子134において、符号21は、下部シールド層12の凸部12a上に設けられた絶縁層を示している。また、絶縁層21上には断面視略台形状の反強磁性層65が積層されている。

【0105】そして、凸部12a、絶縁層21及び反強磁性層65の図示X1方向両側（トラック幅方向両側）には、一対の絶縁性バイアス層58、58が配置されている。絶縁性バイアス層58、58は、その上面58a（層面）が反強磁性層65の上面（層面）65aと同一

面を形成する厚さまで積層されている。一对の絶縁性バイアス層58、58は、下部シールド層12の凸部12aの図示X1方向両側に配置されることによって、その一部が下部シールド層12に埋め込まれた形になる。

【0106】絶縁性バイアス層58、58及び反強磁性層65上には、固定磁性層64、非磁性導電層63及びフリー磁性層42が順次積層されている。これらの各層64、63、42の形状は各々トラック幅に対応する幅を有する断面視略台形状とされている。そして、固定磁性層64、非磁性導電層63及びフリー磁性層42の図示X1方向両側（トラック幅方向両側）には、一对の強磁性層19、19が配置されている。この強磁性層19、19は絶縁性バイアス層58、58上に積層されると共にその上面19aがフリー磁性層42の上面42aと同一面を形成するように積層されている。

【0107】そして、強磁性層19、19上には一对の導電層66、66が積層され、この導電層66、66及びフリー磁性層42を覆う絶縁層67が積層され、絶縁層67上に上部シールド層13が積層されている。図14に示すように、一对の導電層66、66の間には、絶縁層67の凸部67a及び上部シールド層13の凸部13aが位置することになる。すなわち、導電層67、67は凸部13aのトラック幅方向両側に位置することになり、上部シールド層13に埋め込まれた形になる。

【0108】絶縁性バイアス層58、58は、先に説明した絶縁性バイアス層28、28と同等の材料からなるものであり、強磁性層19、19に接して、これらの層58、19の界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、強磁性層19の磁化方向を図示X1方向に揃える。更にこの強磁性層19、19の漏れ磁界がフリー磁性層42に印加されてフリー磁性層22の磁化方向が図示X1方向に揃えられる。

【0109】反強磁性層65は、前述した反強磁性層25と同等の材料からなるもので、固定磁性層64に接して、固定磁性層64と反強磁性層65との界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、固定磁性層64の磁化方向を図示Y方向に固定させる。これにより、フリー磁性層42の磁化方向と固定磁性層64の磁化方向とが交差する関係になる。

【0110】フリー磁性層42、固定磁性層64、非磁性導電層63及び導電層66、66は、前述したフリー磁性層22、固定磁性層24、非磁性導電層23及び導電層26と各々同等の材料からなる。

【0111】次に、この薄膜磁気ヘッド133の製造方法を図15～図18を参照して説明する。まず図15に示すように、下部シールド層12上に絶縁層21、反強磁性層65、固定磁性層64、非磁性導電層63及びフリー磁性層42を順次を積層する。そして、フリー磁性層42上にリフトオフレジストLf3を形成する。次に図16に示すように、イオンミリング法（物理的イオン

ビームエッチング法）によって、リフトオフレジストLf3の両側を、下部シールド層12の上部に至る深さまでエッチングすることにより、凸部12aを形成すると共にフリー磁性層42、非磁性導電層63、固定磁性層64及び反強磁性層65を断面視略台形状とする。

【0112】次に図17に示すように、リフトオフレジストLf3及びリフトオフレジストLf3の両側（凸部12aの両側）に絶縁性バイアス層58、強磁性層19及び導電層66を順次積層する。絶縁性バイアス層58は反強磁性層65の上面と同じ位置まで、強磁性層はフリー磁性層42の上面の位置までそれぞれ積層する。最後に図18に示すように、リフトオフレジストLf3を除去した後に、絶縁層67及び上部シールド層13を順次積層することによって薄膜磁気ヘッド133が得られる。

【0113】上述の薄膜磁気ヘッド133においては、絶縁性バイアス層58、58が下部シールド層12の凸部12aのX1方向両側に配置されているので、絶縁層67の段差を小さくさせることができ、上部シールド層13に段差を生じることがなく、例えばこの上部シールド層13上にギャップ層14及び上部コア層17を積層してインダクティブヘッド4を形成した場合でもギャップ層14に段差が生じることがなく、インダクティブヘッド4の書き込み磁気ギャップG1がいびつな形状になることがない。

【0114】またこの薄膜磁気ヘッド113においては、一对の導電層66、66が、上部シールド層13の凸部13aの両側に配置されてその一部が上部シールド層13に埋め込まれた形になるので、磁気記録密度の高度化に伴いスピナバルブ型薄膜磁気素子134を薄くして狭ギャップ化する場合にも、導電層66、66の厚さを薄くする必要はなく、検出電流を効率よくフリー磁性層42に与えることが可能となる。

【0115】更にこの薄膜磁気ヘッド133においては、製造時に絶縁性バイアス層58、58及び強磁性層19、19を順次積層するので、これらの層58、19の界面に不純物等が混入することがなく、絶縁性バイアス層58と強磁性層19との界面にて大きな交換結合磁界が発現され、この交換結合磁界によってフリー磁性層42の磁化方向をトラック幅方向に確実に揃えることができる。

【0116】また、下部シールド層12と強磁性層19、19との間に絶縁性バイアス層58、58が配置されているので、ギャップデプスを決定するために媒体対向面7を研磨した際に下部シールド層12の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層58、58を跨いで強磁性層19、19まで達する確率が低くなり、下部シールド層12とスピナバルブ型薄膜磁気素子134とのショートが発生確率を低減させることができる。

25

【0117】(第6の実施形態)図19に本発明の第6の実施形態である薄膜磁気ヘッド143の断面図を示す。尚、図19において、前述した図1〜図4に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくは説明を省略する。

【0118】図19に示すように、この薄膜磁気ヘッド143は、前記の薄膜磁気ヘッド3と同様にインダクティブヘッド4と共に浮上式磁気ヘッドを構成するもので、スピバルブ型薄膜磁気素子144と、このスピ

バルブ型薄膜磁気素子144の厚さ方向両側に積層された上部シールド層13及び下部シールド層12とからなる。また、図19に示すように、下部シールド層12には、スピバルブ型薄膜磁気素子144側に突出する凸部12aが設けられている。なお、図19において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド143のトラック幅方向である。

【0119】このスピバルブ型薄膜磁気素子144は、フリー磁性層、非磁性導電層、固定磁性層及び反強磁性層が1層ずつ順に積層されて構成された、いわゆるトップ型のシングルスピバルブ型薄膜磁気素子である。このスピバルブ型薄膜磁気素子144においては、下部シールド層12の凸部12a上に絶縁層21が設けられている。そして、凸部12a及び絶縁層21の図示X1方向両側(トラック幅方向両側)には、一対の絶縁性バイアス層68、68が配置されている。絶縁性バイアス層68、68は、その上面68a(層面)が絶縁層21の上面(層面)21aと同一面を形成する厚さまで積層されている。一対の絶縁性バイアス層68、68は、下部シールド層12の凸部12aの図示X1方向両側に配置されることによって、その一部が下部シールド層12に埋め込まれた形になる。

【0120】絶縁層21上には、フリー磁性層52、非磁性導電層73、固定磁性層74及び反強磁性層75が順次積層されている。これらの各層52、73、74、75の形状は各々トラック幅に対応する幅を有する断面視略台形状とされている。そして、フリー磁性層52、非磁性導電層73及び固定磁性層74の図示X1方向両側(トラック幅方向両側)には、一対の強磁性層29、29が配置されている。この強磁性層29、29は絶縁性バイアス層68、68上に積層されると共にその上面29aが固定磁性層74の上面74aと同一面を形成するように積層されている。すなわち、強磁性層29、29の厚さは、フリー磁性層52、非磁性導電層73及び固定磁性層74の厚さの合計と同一とされている。

【0121】そして、反強磁性層75の図示X1方向両側(トラック幅方向両側)には、一対の導電層76、76が強磁性層29、29上に積層されて配置されている。そして、導電層76、76及び反強磁性層75上に

26

絶縁層77が積層され、絶縁層77上に上部シールド層13が積層されている。

【0122】絶縁性バイアス層68、68は先に説明した絶縁性バイアス層28、28と同等の材料からなるものであり、強磁性層29、29に接して、これらの層68、29の界面にて交換結合磁界(交換異方性磁界)を発現させ、強磁性層29の磁化方向を図示X1方向に揃えさせる。更にこの強磁性層29、29の漏れ磁界がフリー磁性層52に印加されてフリー磁性層52の磁化方向が図示X1方向に揃えられる。

【0123】反強磁性層75は、前述した反強磁性層25と同等の材料からなるもので、固定磁性層74に接して、固定磁性層74と反強磁性層75との界面にて交換結合磁界(交換異方性磁界)を発現させ、固定磁性層74の磁化方向を図示Y方向に固定させる。これにより、フリー磁性層52の磁化方向と固定磁性層74の磁化方向とが交差する関係になる。

【0124】フリー磁性層52、固定磁性層74、非磁性導電層73及び導電層76、76は、前述したフリー磁性層22、固定磁性層24、非磁性導電層23及び導電層76と各々同等の材料からなる。

【0125】薄膜磁気ヘッド143は、前述の第5の実施形態の薄膜磁気ヘッド133の製造方法に類似した方法により製造される。第5の実施形態の薄膜磁気ヘッド133の製造方法との主たる相違点は、下部シールド層12上に、絶縁層21、フリー磁性層52、非磁性導電層73、固定磁性層74及び反強磁性層75を順次積層する点である。

【0126】すなわち、下部シールド層12上に絶縁層21、フリー磁性層52、非磁性導電層73、固定磁性層74及び反強磁性層75を順次積層し、反強磁性層75上にリフトオフレジストを形成し、リフトオフレジストのトラック幅方向両側をエッチングして下部シールド層12に凸部12aを形成すると共にフリー磁性層52、非磁性導電層73、固定磁性層74及び反強磁性層75の形状を断面視略台形状とする。次に、エッチングして露出した下部シールド層上及びリフトオフレジスト上に絶縁性バイアス層68、強磁性層29及び導電層76を積層し、リフトオフレジストを除去する。そして、導電層76及び反強磁性層75上に絶縁層77及び上部シールド層13を積層して、薄膜磁気ヘッド143が得られる。

【0127】上述の薄膜磁気ヘッド143においては、絶縁性バイアス層68、68が下部シールド層12の凸部12aのX1方向両側に配置されているので、絶縁層77の段差を小さくさせることができ、上部シールド層13に段差を生じることがなく、例えばこの上部シールド層13上にギャップ層14及び上部コア層17を積層してインダクティブヘッド4を形成した場合でもギャップ層14に段差が生じることがなく、インダクティブヘ

ッド4の書き込み磁気ギャップG1がいびつな形状になることがない。

【0128】またこの薄膜磁気ヘッド133においては、製造時に絶縁性バイアス層68、68及び強磁性層29、29を順次積層するので、これらの層68、29の界面に不純物等が混入することがなく、絶縁性バイアス層68と強磁性層29との界面にて大きな交換結合磁界が発現され、この交換結合磁界によってフリー磁性層52の磁化方向をトラック幅方向に確実に揃えることができる。

【0129】更にこの薄膜磁気ヘッド143においては、絶縁性バイアス層68、68の一部が凸部12aのトラック幅方向両側に配置されるとともに、導電層76、76が反強磁性層75のトラック幅方向両側に配置されているので、スピバルブ型薄膜磁気素子144を薄くすることができ、薄膜磁気ヘッド143の狭ギャップ化が可能になって磁気記録密度の高度化に対応できる。

【0130】また、下部シールド層12と強磁性層29、29との間に絶縁性バイアス層68、68が配置されているので、ギャップデパスを決定するために媒体対向面7を研磨した際に下部シールド層12の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層68、68を跨いで強磁性層29、29まで達する確率が低くなり、下部シールド層12とスピバルブ型薄膜磁気素子144とのショートが発生確率を低減させることができる。

【0131】(第7の実施形態)図20に本発明の第7の実施形態である薄膜磁気ヘッド153の断面図を示す。尚、図20において、前述した図1～図4に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくは説明を省略する。

【0132】図20に示すように、この薄膜磁気ヘッド153は、前記の薄膜磁気ヘッド3と同様にインダクティブヘッド4と共に浮上式磁気ヘッドを構成するもので、スピバルブ型薄膜磁気素子154と、このスピバルブ型薄膜磁気素子154の厚さ方向両側に積層された上部シールド層13及び下部シールド層12とからなる。また、図20に示すように、下部シールド層12には、スピバルブ型薄膜磁気素子154側に突出する凸部12aが設けられ、上部シールド層13には、スピバルブ型薄膜磁気素子154側に突出する凸部13aが設けられている。なお、図20において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド153のトラック幅方向である。

【0133】このスピバルブ型薄膜磁気素子154は、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層及びフリー磁性層が1層ずつ順に積層されて構成された、いわゆる

ボトム型のシングルスピンバルブ型薄膜磁気素子である。このスピバルブ型薄膜磁気素子154においては、下部シールド層12の凸部12a上に絶縁層21が設けられ、凸部12a及び絶縁層21の図示X1方向両側(トラック幅方向両側)には、一対の層間絶縁層41、41と導電層86、86が順次積層されて配置されている。層間絶縁層41、41は、凸部12aの傾斜側面上に延在して絶縁層21に接している。また、導電層86、86は、その上面86a(層面)が絶縁層21の上面(層面)21aと同一面を形成する厚さまで積層されている。一対の導電層86、86は、下部シールド層12の凸部12aの図示X1方向両側に配置されることによって、その一部が下部シールド層12に埋め込まれた形になる。

【0134】絶縁層21上には、反強磁性層85、固定磁性層84、非磁性導電層83及びフリー磁性層62が順次積層されている。これらの各層85、84、83、62の形状は各々トラック幅に対応する幅を有する断面視略台形状とされている。そして、反強磁性層85、固定磁性層84、非磁性導電層83及びフリー磁性層62の図示X1方向両側(トラック幅方向両側)には、一対の強磁性層39、39が導電層86、86上に積層されて配置され、更にこの強磁性層39、39上には絶縁性バイアス層78、78が積層されている。この強磁性層39、39は絶縁性バイアス層78、78に接すると共にその上面39aがフリー磁性層62の上面62aと同一面を形成するように積層されている。すなわち、強磁性層39、39の厚さは、フリー磁性層62、非磁性導電層83、固定磁性層84及び反強磁性層85の厚さの合計と同一とされている。

【0135】そして、絶縁性バイアス層78、78及びフリー磁性層62上に絶縁層87が積層され、絶縁層87上に上部シールド層13が積層されている。図20に示すように、一対の絶縁性バイアス層78、78の間には、絶縁層87の凸部87a及び上部シールド層13の凸部13aが位置することになる。すなわち、絶縁性バイアス層78、78は凸部13aのトラック幅方向両側に位置することになり、上部シールド層13に埋め込まれた形になる。

【0136】絶縁性バイアス層78、78は先に説明した絶縁性バイアス層28、28と同等の材料からなるものであり、強磁性層39、39に接していて、これらの層78、39の界面にて交換結合磁界(交換異方性磁界)を発現させ、強磁性層39の磁化方向を図示X1方向に揃えさせる。更にこの強磁性層39、39の漏れ磁界がフリー磁性層62に印加されてフリー磁性層62の磁化方向が図示X1方向に揃えられる。

【0137】反強磁性層85は、前述した反強磁性層25と同等の材料からなるもので、固定磁性層84に接していて、固定磁性層84と反強磁性層85との界面にて

交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、固定磁性層84の磁化方向を図示Y方向に固定させる。これにより、フリー磁性層62の磁化方向と固定磁性層84の磁化方向とが交差する関係になる。

【0138】フリー磁性層62、固定磁性層84、非磁性導電層83及び導電層86は、前述したフリー磁性層22、固定磁性層24、非磁性導電層23及び導電層26と各々同等の材料からなるものである。

【0139】薄膜磁気ヘッド153は、前述の第5の実施形態の薄膜磁気ヘッド133の製造方法に類似した方法により製造される。第5の実施形態の薄膜磁気ヘッド133の製造方法との主たる相違点は、リフトオフレジストの両側をエッチングした後に、導電層86、強磁性層39及び絶縁性バイアス層78を順次積層する点である。

【0140】すなわち、下部シールド層12上に絶縁層21、反強磁性層85、固定磁性層84、非磁性導電層83及びフリー磁性層62を順次積層し、フリー磁性層62上にリフトオフレジストを形成し、リフトオフレジストのトラック幅方向両側をエッチングして下部シールド層12に凸部12aを形成すると共に絶縁層21、反強磁性層85、固定磁性層84、非磁性導電層83及びフリー磁性層62の形状を断面視略台形状とする。次に、エッチングして露出した下部シールド層上及びリフトオフレジスト上に導電層86、強磁性層39及び絶縁性バイアス層78を順次積層し、リフトオフレジストを除去する。そして、絶縁性バイアス層78及びフリー磁性層62上に絶縁層87及び上部シールド層13を積層して、薄膜磁気ヘッド153が得られる。

【0141】この薄膜磁気ヘッド153においては、一対の導電層86、86が下部シールド層12及び絶縁層21に埋め込まれているので、スピバルブ型薄膜磁気素子154の上面を構成する絶縁層87の段差が絶縁性バイアス層78、78の厚さ分だけとなり、従来の薄膜磁気ヘッドのトラック部G2近傍に生じた段差よりも小さくなる。すなわち、一対の導電層86、86が下部シールド層12の凸部12aのX1方向両側に配置されることによって、絶縁層87の段差が小さくなり、これにより上部シールド層13に段差が生じることがない。従って、例えばこの上部シールド層13上にギャップ層14及び上部コア層17を積層してインダクティブヘッド4を形成した場合でもギャップ層14に段差が生じることがなく、インダクティブヘッド4の書き込み磁気ギャップG1がいびつな形状になることがない。

【0142】また、導電層86、86が下部シールド層12に埋め込まれると共に、絶縁性バイアス層78、78が上部シールド層13に埋め込まれるので、磁気記録密度の高度化に伴いスピバルブ型薄膜磁気素子154を薄くして狭ギャップ化した場合でも、絶縁性バイアス層78、78及び導電層86、86を薄くする必要がな

く、フリー磁性層62の磁化方向を一方向に確実に揃えることができると共に検出電流を効率よく流すことができ、薄膜磁気ヘッド153の検出感度を高くできる。

【0143】また、上部シールド層13と強磁性層39、39との間に絶縁性バイアス層78、78が配置されることになるので、ギャップデアスを決定するために媒体対向面7を研磨した際に上部シールド層13の一部が引き延ばされてグレが生じたとしても、このグレが絶縁性バイアス層78、78を跨いで強磁性層39、39まで達する確率が低くなり、上部シールド層13とスピバルブ型薄膜磁気素子154とのショートが発生確率を低減させることができる。

【0144】（第8の実施形態）図21に本発明の第8の実施形態である薄膜磁気ヘッド163の断面図を示す。尚、図21において、前述した図1～図4に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくは説明を省略する。

【0145】図21に示すように、この薄膜磁気ヘッド163は、前記の薄膜磁気ヘッド3と同様にインダクティブヘッド4と共に浮上式磁気ヘッドを構成するもので、スピバルブ型薄膜磁気素子164と、このスピバルブ型薄膜磁気素子164の厚さ方向両側に積層された上部シールド層13及び下部シールド層12とからなる。また、図21に示すように、下部シールド層12には、スピバルブ型薄膜磁気素子164側に突出する凸部12aが設けられ、上部シールド層13には、スピバルブ型薄膜磁気素子164側に突出する凸部13aが設けられている。なお、図21において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド163のトラック幅方向である。

【0146】このスピバルブ型薄膜磁気素子164は、フリー磁性層、非磁性導電層、固定磁性層及び反強磁性層が1層ずつ順に積層されて構成された、いわゆるトップ型のシングルスピンバルブ型薄膜磁気素子である。このスピバルブ型薄膜磁気素子164においては、下部シールド層12の凸部12a上に絶縁層21が設けられ、凸部12a及び絶縁層21の図示X1方向両側（トラック幅方向両側）には、一対の相関絶縁層51、51と導電層96、96とが順次積層されて配置されている。層間絶縁層51、51は、凸部12aの傾斜側面上に延在して絶縁層21に接している。また、導電層96、96は、その上面96a（層面）が絶縁層21の上面（層面）21aと同一面を形成する厚さまで積層されている。一対の導電層96、96は、下部シールド層12の凸部12aの図示X1方向両側に配置されることによって、その一部が下部シールド層12に埋め込まれた形になる。

【0147】絶縁層21上には、フリー磁性層72、非

磁性導電層93、固定磁性層94及び反強磁性層95が順次積層されている。これらの各層72、93、94、95の形状は各々トラック幅に対応する幅を有する断面視略台形状とされている。そして、フリー磁性層72、非磁性導電層93、固定磁性層94及び反強磁性層95の図示X1方向両側（トラック幅方向両側）には、一対の強磁性層49、49が導電層96、96上に積層されて配置され、更にこの強磁性層49、49上には絶縁性バイアス層88、88が積層されている。この強磁性層49、49は絶縁性バイアス層88、88に接すると共にその上面49aが反強磁性層95の上面95aと同一面を形成するように積層されている。

【0148】そして、絶縁性バイアス層88、88及び反強磁性層95上に絶縁層97が積層され、絶縁層97上に上部シールド層13が積層されている。図21に示すように、一対の絶縁性バイアス層88、88の間には、絶縁層97の凸部97a及び上部シールド層13の凸部13aが位置することになる。すなわち、絶縁性バイアス層88、88は凸部13aのトラック幅方向両側に位置することになり、上部シールド層13に埋め込まれた形になる。

【0149】絶縁性バイアス層88、88は先に説明した絶縁性バイアス層28、28と同等の材料からなるものであり、強磁性層49、49に接して、これらの層88、49の界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、強磁性層49の磁化方向を図示X1方向に揃えさせる。更にこの強磁性層49、49の漏れ磁界がフリー磁性層72に印加されてフリー磁性層72の磁化方向が図示X1方向に揃えられる。

【0150】反強磁性層95は、前述した反強磁性層25と同等の材料からなるもので、固定磁性層94に積層されていて、固定磁性層94と反強磁性層95との界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、固定磁性層94の磁化方向を図示Y方向に固定させる。これにより、フリー磁性層72の磁化方向と固定磁性層94の磁化方向とが交差する関係になる。

【0151】フリー磁性層72、固定磁性層94、非磁性導電層93及び導電層96は、前述したフリー磁性層22、固定磁性層24、非磁性導電層23及び導電層26と同等の材料からなる。

【0152】薄膜磁気ヘッド163は、前述の第5の実施形態の薄膜磁気ヘッド133の製造方法に類似した方法により製造される。第5の実施形態の薄膜磁気ヘッド133の製造方法との主たる相違点は、下部シールド層12上に、絶縁層21、フリー磁性層72、非磁性導電層93、固定磁性層94及び反強磁性層95を順次積層する点と、リフトオフレジストの両側をエッチングした後、導電層96、強磁性層49及び絶縁性バイアス層88を順次積層する点である。

【0153】すなわち、下部シールド層12上に絶縁層

21、フリー磁性層72、非磁性導電層93、固定磁性層94及び反強磁性層95を順次積層し、反強磁性層95上にリフトオフレジストを形成し、リフトオフレジストのトラック幅方向両側をエッチングして下部シールド層12に凸部12aを形成すると共に絶縁層21、フリー磁性層72、非磁性導電層93、固定磁性層94及び反強磁性層95の形状を断面視略台形状とする。次に、エッチングして露出した下部シールド層上及びリフトオフレジスト上に導電層96、強磁性層49及び絶縁性バイアス層88を積層し、リフトオフレジストを除去する。そして、絶縁性バイアス層88及び反強磁性層95上に絶縁層97及び上部シールド層13を積層して薄膜磁気ヘッド163が得られる。

【0154】上述の薄膜磁気ヘッド163においては、第7の実施形態の薄膜磁気ヘッド153の効果と同様な効果が得られる。

【0155】（第9の実施形態）図22に本発明の第9の実施形態である薄膜磁気ヘッド203の断面図を示す。尚、図22において、前述した図1～図4に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくは説明を省略する。

【0156】図22に示すように、この薄膜磁気ヘッド203は、前記の薄膜磁気ヘッド3と同様にスライダ2に設けられてインダクティブヘッド4と共に浮上式磁気ヘッドを構成するもので、スピバルブ型薄膜磁気素子204と、このスピバルブ型薄膜磁気素子204の厚さ方向両側に積層された上部シールド層13及び下部シールド層12とからなる。また、図22に示すように、下部シールド層12には、スピバルブ型薄膜磁気素子204側に突出する凸部12aが設けられている。なお、図22において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド203のトラック幅方向である。

【0157】このスピバルブ型薄膜磁気素子204は、フリー磁性層の厚さ方向両側に、非磁性導電層、固定磁性層及び反強磁性層が各々積層されて構成された、いわゆるデュアルスピバルブ型薄膜磁気素子である。このスピバルブ型薄膜磁気素子204においては、下部シールド層12の凸部12a上に絶縁層221と反強磁性層225が積層され、凸部12a、絶縁層221及び反強磁性層225の図示X1方向両側（トラック幅方向両側）に、一対の絶縁性バイアス層228、228が配置されている。絶縁性バイアス層228、228は、その上面228a（層面）が反強磁性層225の上面（層面）225aと同一面を形成する厚さまで積層されている。この絶縁性バイアス層228、228は、下部シールド層12の凸部12aの図示X1方向両側に配置されることによって、その一部が下部シールド層12に

埋め込まれた形になる。

【0158】また、反強磁性層225上には、固定磁性層224、非磁性導電層223、フリー磁性層222、非磁性導電層233、固定磁性層234及び反強磁性層235が順次積層されている。これらの各層225、224、223、222、233、234、235の形状は各々トラック幅に対応する幅を有する断面視略台形状とされている。そして、固定磁性層224、234、非磁性導電層223、233及びフリー磁性層222の図示X1方向両側（トラック幅方向両側）には、一対の強磁性層219、219が絶縁性バイアス層228、228上に積層されて配置されている。強磁性層219、219は、その上面219aが固定磁性層234の上面234aと同一面を形成するように積層されている。このようにして強磁性層219、219の厚さは、固定磁性層224、234、非磁性導電層223、233及びフリー磁性層222の厚さの合計と同一とされている。

【0159】また、反強磁性層235の図示X1方向両側（トラック幅方向両側）には、一対の導電層226、226が強磁性層219、219上に積層されて配置されている。そして、導電層226、226及び反強磁性層235上に絶縁層227が積層され、絶縁層227上に上部シールド層13が積層されている。

【0160】絶縁性バイアス層228、228は先に説明した絶縁性バイアス層28、28と同等の材料からなるものであり、強磁性層219、219に接している、これらの層228、219の界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、強磁性層219の磁化方向を図示X1方向に揃えさせる。更にこの強磁性層219、219の漏れ磁界がフリー磁性層222に印加されてフリー磁性層222の磁化方向が図示X1方向に揃えられる。

【0161】反強磁性層225、235は、前述した反強磁性層25と同等の材料からなるもので、固定磁性層224、234にそれぞれ接している、固定磁性層224、234と反強磁性層225、235のそれぞれの界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、固定磁性層224、234の磁化方向を図示Y方向に固定させる。これにより、フリー磁性層222の磁化方向と固定磁性層224、234の磁化方向とが交差する関係になる。

【0162】フリー磁性層222、固定磁性層224、234、非磁性導電層223、233及び導電層226は、前述したフリー磁性層22、固定磁性層24、非磁性導電層23及び導電層26と同等の材料からなる。

【0163】非磁性導電層223、233を固定磁性層224、234とフリー磁性層222とで挟む構造の巨大磁気抵抗効果発生機構にあつては、固定磁性層224、234とフリー磁性層222を同種の材質で構成する方が、異種の材質で構成するよりも、伝導電子のスピ

ン依存散乱以外の因子が生じる可能性が低く、より高い磁気抵抗効果を得ることが可能である。この薄膜磁気ヘッド203では、ハードディスクなどの記録媒体からの洩れ磁界によってフリー磁性層222の磁化方向が変動すると、図示Y方向に固定された固定磁性層224、234の磁化との関係でスピンバルブ型薄膜磁気素子204の電気抵抗が変化し、この電気抵抗値の変化に基づく電圧変化により、記録媒体からの洩れ磁界が検出される。

10 【0164】この薄膜磁気ヘッド203は、前述の第5の実施形態の薄膜磁気ヘッド133の製造方法に類似した方法により製造される。第5の実施形態の薄膜磁気ヘッド133の製造方法との主たる相違点は、下部シールド層12上に、絶縁層221、反強磁性層225、固定磁性層224、非磁性導電層223、フリー磁性層222、非磁性導電層233、固定磁性層234及び反強磁性層235を順次積層する点である。

【0165】すなわち、下部シールド層12上に絶縁層221、反強磁性層225、固定磁性層224、非磁性導電層223、フリー磁性層222、非磁性導電層233、固定磁性層234及び反強磁性層235を順次積層し、反強磁性層235上にリフトオフレジストを形成し、リフトオフレジストのトラック幅方向両側をエッチングして下部シールド層12に凸部12aを形成すると共に絶縁層221、反強磁性層225、235、固定磁性層224、234、非磁性導電層223、233及びフリー磁性層222の形状を断面視略台形状とする。次に、エッチングして露出した下部シールド層上及びリフトオフレジスト上に絶縁性バイアス層228、強磁性層219及び導電層226を順次積層し、リフトオフレジストを除去する。そして、導電層226及び反強磁性層235上に絶縁層227及び上部シールド層13を積層して、薄膜磁気ヘッド203が得られる。

【0166】上述の薄膜磁気ヘッド203においては、絶縁性バイアス層228、228が下部シールド層12の凸部12aのX1方向両側に配置されているので、絶縁層227の段差を小さくさせることができ、上部シールド層13に段差を生じることがなく、例えばこの上部シールド層13上にギャップ層14及び上部コア層17を積層してインダクティブヘッド4を形成した場合でもギャップ層14に段差が生じることがなく、インダクティブヘッド4の書き込み磁気ギャップG1がいびつな形状になることがない。

【0167】またこの薄膜磁気ヘッド203においては、製造時に絶縁性バイアス層228、228及び強磁性層219、219を順次積層するので、これらの層228、219の界面に不純物等が混入することがなく、絶縁性バイアス層228と強磁性層219との界面にて大きな交換結合磁界が発現され、この交換結合磁界によってフリー磁性層222の磁化方向をトラック幅方向に

確実に揃えることができる。

【0168】また、下部シールド層12と強磁性層219、219との間に絶縁性バイアス層228、228が配置されることになるので、ギャップデプスを決定するために媒体対向面7を研磨した際に下部シールド層12の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層228、228を跨いで強磁性層219、219まで達する確率が低くなり、下部シールド層12とスピバルブ型薄膜磁気素子204とのショートが発生確率を低減させることができる。

【0169】更にこの薄膜磁気ヘッド203においては、絶縁性バイアス層228、228の一部が凸部12aのトラック幅方向両側に配置されるとともに、導電層226、226が反強磁性層235のトラック幅方向両側に配置されているので、スピバルブ型薄膜磁気素子204を薄くすることができ、薄膜磁気ヘッド203の狭ギャップ化が可能になって磁気記録密度の高度化に対応できる。

【0170】(第10の実施形態)図23に本発明の第10の実施形態である薄膜磁気ヘッド213の断面図を示す。尚、図23において、前述した図1～図4に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくは説明を省略する。

【0171】図23に示すように、この薄膜磁気ヘッド213は、前記の薄膜磁気ヘッド3と同様にインダクティブヘッド4と共に浮上式磁気ヘッドを構成するもので、スピバルブ型薄膜磁気素子214と、このスピバルブ型薄膜磁気素子214の厚さ方向両側に積層された上部シールド層13及び下部シールド層12とからなる。また、図23に示すように、下部シールド層12には、スピバルブ型薄膜磁気素子214側に突出する凸部12aが設けられ、上部シールド層13には、スピバルブ型薄膜磁気素子214側に突出する凸部13aが設けられている。なお、図23において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド213のトラック幅方向である。

【0172】このスピバルブ型薄膜磁気素子214は、フリー磁性層の厚さ方向両側に、非磁性導電層、固定磁性層及び反強磁性層が各々積層されて構成された、いわゆるデュアルスピバルブ型薄膜磁気素子である。このスピバルブ型薄膜磁気素子214においては、下部シールド層12の凸部12a上に絶縁層221と反強磁性層225が設けられ、凸部12a、絶縁層221及び反強磁性層225の図示X1方向両側(トラック幅方向両側)に、一対の層間絶縁層231、231と導電層236、236とが順次積層されて配置されている。層間絶縁層231、231は、凸部12aの傾斜側面上に延在して絶縁層221に接している。また、導電層23

6、236は、その上面236a(層面)が反強磁性層225の上面(層面)225aと同一面を形成する厚さまで積層されている。一対の導電層236、236は、下部シールド層12の凸部12aの図示X1方向両側に配置されることによって、その一部が下部シールド層12に埋め込まれた形になる。

【0173】また、反強磁性層225上には、固定磁性層224、非磁性導電層223、フリー磁性層222、非磁性導電層233、固定磁性層234及び反強磁性層235が順次積層されている。これらの各層225、224、223、222、233、234、235の形状は各々トラック幅に対応する幅を有する断面視略台形状とされている。そして、固定磁性層224、234、非磁性導電層223、233及びフリー磁性層222の図示X1方向両側(トラック幅方向両側)には、一対の強磁性層229、229が導電層236、236上に積層されて配置されている。強磁性層229、229は、その上面229aが固定磁性層234の上面234aと同一面を形成するように積層されている。このようにして強磁性層229、229の厚さは、固定磁性層224、234、非磁性導電層223、233及びフリー磁性層222の厚さの合計と同一とされている。

【0174】また、反強磁性層235の図示X1方向両側(トラック幅方向両側)には、一対の絶縁性バイアス層238、238が強磁性層229、229上に積層されて配置されている。そして、絶縁性バイアス層238、238及び反強磁性層235上に絶縁層237が積層され、絶縁層237上に上部シールド層13が積層されている。図23に示すように、一対の絶縁性バイアス層238、238の間には、絶縁層237の凸部237a及び上部シールド層13の凸部13aが位置することになる。すなわち、絶縁性バイアス層238、238は凸部13aのトラック幅方向両側に位置することになり、上部シールド層13に埋め込まれた形になる。

【0175】絶縁性バイアス層238、238は先に説明した絶縁性バイアス層28、28と同等の材料からなるものであり、強磁性層229、229に接していて、これらの層238、229の界面にて交換結合磁界(交換異方性磁界)を発現させ、強磁性層229の磁化方向を図示X1方向に揃えさせる。更にこの強磁性層229、229の漏れ磁界がフリー磁性層222に印加されてフリー磁性層222の磁化方向が図示X1方向に揃えられる。

【0176】反強磁性層225、235は、前述した反強磁性層25と同等の材料からなるもので、固定磁性層224、234にそれぞれ接して積層されていて、固定磁性層224、234と反強磁性層225、235のそれぞれの界面にて交換結合磁界(交換異方性磁界)を発現させ、固定磁性層224、234の磁化方向を図示Y方向に固定させる。これにより、フリー磁性層222の

磁化方向と固定磁性層224、234の磁化方向とが交差する関係になる。

【0177】この薄膜磁気ヘッド213は、前述の第5の実施形態の薄膜磁気ヘッド133の製造方法に類似した方法により製造される。第5の実施形態の薄膜磁気ヘッド133の製造方法との主たる相違点は、下部シールド層12上に、絶縁層221、反強磁性層225、固定磁性層224、非磁性導電層223、フリー磁性層222、非磁性導電層233、固定磁性層234及び反強磁性層235を順次積層する点と、リフトオフレジストの両側をエッチングした後に、導電層236、強磁性層229及び絶縁性バイアス層238を順次積層する点である。

【0178】すなわち、下部シールド層12上に絶縁層221、反強磁性層225、固定磁性層224、非磁性導電層223、フリー磁性層222、非磁性導電層233、固定磁性層234及び反強磁性層235を順次積層し、反強磁性層235上にリフトオフレジストを形成し、リフトオフレジストのトラック幅方向両側をエッチングして下部シールド層12に凸部12aを形成すると共に絶縁層221、反強磁性層225、235、固定磁性層224、234、非磁性導電層223、233及びフリー磁性層222の形状を断面視略台形状とする。次に、エッチングして露出した下部シールド層上及びリフトオフレジスト上に層間絶縁層231、導電層236、強磁性層229及び絶縁性バイアス層238を順次積層し、リフトオフレジストを除去する。そして、絶縁性バイアス層238及び反強磁性層235上に絶縁層237及び上部シールド層13を積層して薄膜磁気ヘッド213が得られる。

【0179】この薄膜磁気ヘッド213においては、一对の導電層236、236の一部が下部シールド層12に埋め込まれているので、スピバルブ型薄膜磁気素子214の上面を構成する絶縁層237の段差を、従来の薄膜磁気ヘッドのトラック部G2近傍に生じた段差よりも小さくさせることができ、上部シールド層13に段差が生じることがない。従って、例えばこの上部シールド層13上にギャップ層14及び上部コア層17を積層してインダクティブヘッド4を形成した場合でもギャップ層14に段差が生じることがなく、インダクティブヘッド4の書き込み磁気ギャップG1がいびつな形状になることがない。

【0180】また、上部シールド層13と強磁性層229、229との間に絶縁性バイアス層238、238が配置されることになるので、ギャップデパスを決定するために媒体対向面7を研磨した際に上部シールド層13の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層238、238を跨いで強磁性層229、229まで達する確率が低くなり、上部シールド層13とスピバルブ型薄膜磁気素子214とのショ

ートの発生確率を低減させることができる。

【0181】また、導電層236、236の一部が下部シールド層12に埋め込まれると共に、絶縁性バイアス層238、238が上部シールド層13に埋め込まれるので、磁気記録密度の高度化に伴いスピバルブ型薄膜磁気素子214を薄くして狭ギャップ化した場合でも、絶縁性バイアス層238、238及び導電層236、236を薄くする必要がなく、フリー磁性層222の磁化方向を一方向に確実に揃えることができると共に検出電流を効率よく流すことができ、薄膜磁気ヘッド213の検出感度を高くできる。

【0182】更に、上述の薄膜磁気ヘッド213においては、絶縁性バイアス層238、38の一部が上部シールド層13の凸部13aのトラック幅方向両側に配置されるとともに、導電層236、236の一部が下部シールド層12の凸部12aのトラック幅方向両側に配置されているので、スピバルブ型薄膜磁気素子214を薄くでき、薄膜磁気ヘッド213の狭ギャップ化が可能になって磁気記録密度の高度化に対応できる。

【0183】(第11の実施形態)図24に本発明の第11の実施形態である薄膜磁気ヘッド223の断面図を示す。尚、図24において、前述した図1～図4に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくは説明を省略する。

【0184】図24に示すように、この薄膜磁気ヘッド223は、前記の薄膜磁気ヘッド3と同様にインダクティブヘッド4と共に浮上式磁気ヘッドを構成するもので、スピバルブ型薄膜磁気素子224と、このスピバルブ型薄膜磁気素子224の厚さ方向両側に積層された上部シールド層13及び下部シールド層12とからなる。また、図24に示すように、下部シールド層12には、スピバルブ型薄膜磁気素子224側に突出する凸部12aが設けられ、上部シールド層13には、スピバルブ型薄膜磁気素子224側に突出する凸部13aが設けられている。なお、図24において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド223のトラック幅方向である。

【0185】このスピバルブ型薄膜磁気素子224は、フリー磁性層の厚さ方向両側に、非磁性導電層、固定磁性層及び反強磁性層が各々積層されて構成された、いわゆるデュアルスピバルブ型薄膜磁気素子である。このスピバルブ型薄膜磁気素子224においては、下部シールド層12の凸部12a上に絶縁層231と反強磁性層245と固定磁性層244と非磁性導電層243が積層され、凸部12a、絶縁層231、反強磁性層245、固定磁性層244及び非磁性導電層243の図示X1方向両側(トラック幅方向両側)には、一对の絶縁性バイアス層248、248が配置されている。また、

絶縁層231、反強磁性層245、固定磁性層244、非磁性導電層243の各々の形状は、断面視略台形状とされている。また、絶縁性バイアス層248、248は、その上面248a(層面)が非磁性導電層243の上面(層面)243aと同一面を形成する厚さまで積層されている。一对の絶縁性バイアス層248、248は、下部シールド層12の凸部12aの図示X1方向両側に配置されることによって、その一部が下部シールド層12に埋め込まれた形になる。

【0186】絶縁性バイアス層248、248及び非磁性導電層243には、フリー磁性層232、非磁性導電層253、固定磁性層254及び反強磁性層255が順次積層されている。また、反強磁性層255上には、一对の導電層246、246が図示X1方向に沿って離間して積層されている。そして、導電層246、246及び反強磁性層255上に絶縁層247が積層され、絶縁層247上に上部シールド層13が積層されている。図24に示すように、一对の導電層246、246の間には、絶縁層247の凸部247a及び上部シールド層13の凸部13aが位置することになる。すなわち、導電層246、246は凸部13aのトラック幅方向両側に位置することになり、上部シールド層13に埋め込まれた形になる。

【0187】絶縁性バイアス層248、248は先に説明した絶縁性バイアス層28、28と同等の材料からなるものであり、フリー磁性層242に接していて、これらの層248、242の界面にて交換結合磁界(交換異方性磁界)を発現させ、これによりフリー磁性層232の磁化方向が図示X1方向に揃えられる。

【0188】反強磁性層245、255は、前述した反強磁性層25と同等の材料からなるもので、固定磁性層244、254にそれぞれ接していて、固定磁性層244、254と反強磁性層245、255のそれぞれの界面にて交換結合磁界(交換異方性磁界)を発現させ、固定磁性層244、254の磁化方向を図示Y方向に固定させる。これにより、フリー磁性層232の磁化方向と固定磁性層244、254の磁化方向とが交差する関係になる。

【0189】フリー磁性層232、固定磁性層244、254、非磁性導電層243、253及び導電層246は、前述したフリー磁性層22、固定磁性層24、非磁性導電層23及び導電層26と各々同等の材料からなる。

【0190】次に、この薄膜磁気ヘッド223の製造方法を、図25～図29を参照して説明する。まず図25に示すように、下部シールド層12上に、絶縁層231、反強磁性層245、固定磁性層244、及び非磁性導電層243を積層する。次に図26に示すように、非磁性導電層243上にリフトオフレジストLf4を形成し、イオンミリング法(物理的イオンビームエッチング

法)によって、リフトオフレジストLf4の両側を下部シールド層12の上部に至る深さまでエッチングすることにより、下部シールド層12に凸部12aを形成すると共に絶縁層231、反強磁性層245、固定磁性層244、及び非磁性導電層243の形状を各々断面視略台形状とする。

【0191】次に図27に示すように、リフトオフレジストLf4を除去し、フリー磁性層232、非磁性導電層253、固定磁性層254及び反強磁性層255を積層する。次に図28に示すように、反強磁性層255上にリフトオフレジストLf5を形成し、リフトオフレジストLf5およびその両側に導電層246を積層する。最後に図29に示すように、リフトオフレジストLf5を除去し、絶縁層247及び上部シールド層13を順次積層することによって薄膜磁気ヘッド223が得られる。

【0192】この薄膜磁気ヘッド223においては、一对の絶縁性バイアス層248、248の一部が下部シールド層12に埋め込まれると共に、導電層246、246が上部シールド層13に埋め込まれているので、スピバルブ型薄膜磁気素子224の上面を構成する絶縁層247の段差が、従来の薄膜磁気ヘッドのトラック部G2近傍に生じた段差よりも小さくなる。これにより上部シールド層13に段差が生じることがなく、例えばこの上部シールド層13上にギャップ層14及び上部コア層17を積層してインダクティブヘッド4を形成した場合でもギャップ層14に段差が生じることがなく、書き込み磁気ギャップG1がいびつな形状になることがない。

【0193】また、下部シールド層12とフリー磁性層232との間に絶縁性バイアス層248、248が配置されているので、ギャップデプスを決定するために媒体対向面7を研磨した際に下部シールド層12の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層248、248を跨いでフリー磁性層232まで達する確率が低くなり、下部シールド層12とスピバルブ型薄膜磁気素子224とのショートが発生確率を低減させることができる。また、一对の絶縁性バイアス層248、248の一部が下部シールド層12に埋め込まれるので、磁気記録密度の高度化に伴いスピバルブ型薄膜磁気素子224及び絶縁層231、247を薄くして狭ギャップ化した場合でも、絶縁性バイアス層248、248を薄くする必要がなく、フリー磁性層232の磁化方向を一方向に確実に揃えることができる。

【0194】(第12の実施形態)図30に本発明の第12の実施形態である薄膜磁気ヘッド233の断面図を示す。尚、図30において、前述した図1～図4に示した構成要素と同一の構成要素には同一符号を付し、当該構成要素については簡略に説明するか若しくは説明を省略する。

【0195】図30に示すように、この薄膜磁気ヘッド

233は、前記の薄膜磁気ヘッド3と同様にインダクティブヘッド4と共に浮上式磁気ヘッドを構成するもので、スピバルブ型薄膜磁気素子234と、このスピバルブ型薄膜磁気素子234の厚さ方向両側に積層された上部シールド層13及び下部シールド層12とからなる。また、図30に示すように、下部シールド層12には、スピバルブ型薄膜磁気素子234側に突出する凸部12aが設けられ、上部シールド層13には、スピバルブ型薄膜磁気素子234側に突出する凸部13aが設けられている。なお、図30において、図示Z方向は磁気記録媒体の移動方向であり、Y方向は磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向であり、X1方向は薄膜磁気ヘッド233のトラック幅方向である。

【0196】このスピバルブ型薄膜磁気素子234は、フリー磁性層の厚さ方向両側に、非磁性導電層、固定磁性層及び反強磁性層が各々積層されて構成された、いわゆるデュアルスピバルブ型薄膜磁気素子である。このスピバルブ型薄膜磁気素子234においては、下部シールド層12の凸部12a上に絶縁層241と反強磁性層245と固定磁性層244と非磁性導電層243とが積層され、凸部12a、絶縁層241、反強磁性層245、固定磁性層244及び非磁性導電層243の図示X1方向両側（トラック幅方向両側）に、層間絶縁層241、241と導電層256、256とが順次積層されて配置されている。層間絶縁層241、241は、凸部12aの傾斜側面上に延在して絶縁層241に接している。また、絶縁層241、反強磁性層245、固定磁性層244、非磁性導電層243の各々の形状は、断面視略台形状とされている。また、導電層256、256は、その上面256a（層面）が非磁性導電層243の上面（層面）243aと同一面を形成する厚さまで積層されている。この導電層256、256は、下部シールド層12の凸部12aの図示X1方向両側に配置されることによって、その一部が下部シールド層12に埋め込まれた形になる。

【0197】導電層256、256及び非磁性導電層243には、フリー磁性層242が積層されている。そして、フリー磁性層242には、非磁性導電層263、固定磁性層264、反強磁性層265及び絶縁層257が順次積層されている。これらの各層263、264、265、257の形状は各々断面視略台形状とされている。そして、非磁性導電層263、固定磁性層264、反強磁性層265及び絶縁層257の図示X1両側には、絶縁性バイアス層258、258が配置されている。そして、絶縁性バイアス層258、258及び絶縁層257上には、上部シールド層13が積層されている。一対の絶縁性バイアス層258、258同士の間には、絶縁層257及び上部シールド層13の凸部13aが位置しており、これにより絶縁性バイアス層258、258は凸部13aのトラック幅方向両側に位置するこ

とになり、上部シールド層13に埋め込まれた形になる。

【0198】絶縁性バイアス層258、258は先に説明した絶縁性バイアス層28、28と同等の材料からなるものであり、フリー磁性層242に接して、これらの層258、242の界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、これによりフリー磁性層242の磁化方向が図示X1方向に揃えられる。

【0199】反強磁性層245、265は、前述した反強磁性層25と同等の材料からなるもので、固定磁性層244、264にそれぞれ接して積層されていて、固定磁性層244、264と反強磁性層245、265のそれぞれの界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）を発現させ、固定磁性層244、264の磁化方向を図示Y方向に固定させる。これにより、フリー磁性層242の磁化方向と固定磁性層244、264の磁化方向とが交差する関係になる。

【0200】フリー磁性層242、固定磁性層244、264、非磁性導電層243、263及び導電層256は、前述したフリー磁性層22、固定磁性層24、非磁性導電層23及び導電層26と同等の材料からなる。

【0201】次に、この薄膜磁気ヘッド233は、先に説明した第11の実施形態の薄膜磁気ヘッド223の製造方法に類似した方法で製造する。第11の実施形態の薄膜磁気ヘッド223の製造方法と異なる点は、リフトオフレジストの両側をエッチングして凸部12aを形成した後に導電層256を積層する点と、フリー磁性層256、非磁性導電層263、固定磁性層264、薄膜磁気ヘッド265及び絶縁層257を積層してさらに絶縁層257上にリフトオフレジストを形成し、このリフトオフレジストの両側側面をエッチングした後に絶縁性バイアス層258、258を積層する点である。

【0202】すなわち、下部シールド層12上に絶縁層241、反強磁性層245、固定磁性層244及び非磁性導電層243を順次積層し、非磁性導電層243上にリフトオフレジストを形成し、リフトオフレジストのトラック幅方向両側をエッチングして下部シールド層12に凸部12aを形成すると共に絶縁層241、反強磁性層245、固定磁性層244及び非磁性導電層243の形状を各々断面視略台形状とする。次に、エッチングして露出した下部シールド層上及びリフトオフレジスト上に層間絶縁層241、導電層256を順次積層し、リフトオフレジストを除去する。そして、フリー磁性層242、非磁性導電層263、固定磁性層264、反強磁性層265及び絶縁層257を積層し、絶縁層257上にリフトオフレジストを形成し、リフトオフレジストのトラック幅方向両側をエッチングして非磁性導電層263、固定磁性層264、反強磁性層265及び絶縁層257の形状を断面視略台形状とする。そして、リフトオフレジストの両側に絶縁性バイアス層258を積層し、

リフトオフレジストを除去し、上部シールド層13を積層することにより薄膜磁気ヘッド233が得られる。

【0203】この薄膜磁気ヘッド233においては、一対の絶縁性バイアス層258、258の一部が上部シールド層13に埋め込まれると共に、導電層256、256が下部シールド層12に埋め込まれているので、スピナルバルブ型薄膜磁気素子234を薄くすることができ、磁気記録の高密度化に対応させることができる。

【0204】また、この薄膜磁気ヘッド233においては、絶縁性バイアス層258、258が非磁性導電層263、固定磁性層264、反強磁性層65及び絶縁層257の両側に配置されているので、スピナルバルブ型薄膜磁気素子234を薄くすることができ、薄膜磁気ヘッド233を狭ギャップ化して磁気記録密度の高度化に対応させることができる。

【0205】また、上部シールド層13とフリー磁性層242との間に絶縁性バイアス層258、258が配置されているので、ギャップデプスを決定するために媒体対向面7を研磨した際に上部シールド層13の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層258、258を跨いでフリー磁性層242まで達する確率が低くなり、上部シールド層13とスピナルバルブ型薄膜磁気素子234とのショートが発生確率を低減させることができる。

【0206】また、一対の絶縁性バイアス層258、258の一部が上部シールド層13に埋め込まれるので、磁気記録密度の高度化に伴いスピナルバルブ型薄膜磁気素子234を薄くして狭ギャップ化した場合でも、絶縁性バイアス層258、258を薄くする必要がなく、フリー磁性層242の磁化方向を一方に確実に揃えることができる。

【0207】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明の薄膜磁気ヘッドは、一方の前記シールド層に、前記スピナルバルブ型薄膜磁気素子側に向けて突出する凸部が形成されるとともに、前記一対の絶縁性バイアス層が前記凸部のトラック幅方向両側に配置されているので、一対の絶縁性バイアス層の一部若しくは全部が一方のシールド層に埋め込まれた形となり、他方のシールド層に接するスピナルバルブ型薄膜磁気素子の面に生じる段差を小さくすることができ、他方のシールド層に段差が伝搬することを防止できる。従って例えば、この他方のシールド層上にギャップ層及び上部コア層を積層してインダクティブヘッドを形成した場合でも、ギャップ層に段差が生じることがなく書き込み磁気ギャップG1がいびつな形状になることがない。

【0208】また、一対の絶縁性バイアス層の一部若しくは全部がシールド層に埋め込まれるので、磁気記録密度の高度化に伴いスピナルバルブ型薄膜磁気素子を薄くして狭トラック化した場合でも、絶縁性バイアス層を薄く

する必要がなく、フリー磁性層の磁化方向を一方に確実に揃えることができ、バルクハウゼンノイズを減少させることができる。また、絶縁性の高い絶縁性バイアス層がシールド層に積層されているので、ギャップデプスを決定するために媒体対向面を研磨した際にシールド層の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層を跨いでフリー磁性層まで達する確率が低くなり、シールド層とスピナルバルブ型薄膜磁気素子とのショートが発生確率を低減させることが可能になる。

【0209】また本発明の薄膜磁気ヘッドは、少なくとも前記フリー磁性層のトラック幅方向両側に位置するとともに、前記一対の絶縁性バイアス層に積層されて交換異方性磁界が発現され、この交換異方性磁界により前記フリー磁性層の磁化方向を揃える一対の強磁性層を備えており、かかる薄膜磁気ヘッドにおいては、製造時に絶縁性バイアス層と強磁性層とを順次積層するため、これらの層の界面に不純物等が混入することがなく、絶縁性バイアス層と強磁性層との界面にて大きな交換結合磁界が発現されて、この交換結合磁界によりフリー磁性層の磁化方向をトラック幅方向に確実に揃えることができ、薄膜磁気ヘッドの検出感度をより高めることができる。

【0210】また、一方のシールド層と強磁性層との間に絶縁性バイアス層が配置されることになるので、ギャップデプスを決定するために媒体対向面を研磨した際にシールド層の一部が引き延ばされてダレが生じたとしても、このダレが絶縁性バイアス層を跨いで強磁性層まで達する確率が低くなり、シールド層とスピナルバルブ型薄膜磁気素子とのショートが発生確率を低減させることができる。

【0211】更に本発明の薄膜磁気ヘッドでは、他方の前記シールド層に、スピナルバルブ型薄膜磁気素子側に向けて突出する別の凸部が形成されるとともに別の絶縁層が積層され、この凸部のトラック幅方向両側に前記一対の導電層が配置されているので、一対の導電層の一部若しくは全部が他方のシールド層に埋め込まれる形になり、磁気記録密度の高度化に伴いスピナルバルブ型薄膜磁気素子を薄くして狭ギャップ化した場合でも、導電層の厚さを薄くする必要はなく、検出電流を効率よくフリー磁性層に与えることができる。

【0212】更にまた本発明の薄膜磁気ヘッドでは、前記一対の導電層が、互いにトラック幅方向に離間しつつ前記フリー磁性層に接しているため、検出電流を効率よくフリー磁性層に与えることができ、薄膜磁気ヘッドの検出感度をより高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態である薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

【図2】 本発明の第1の実施形態である浮上式磁気ヘッドを示す斜視図である。

【図3】 図2に示す浮上式磁気ヘッドの要部を示す断面図である。

【図4】 図2に示す浮上式磁気ヘッドの要部を媒体対向面側から見た模式図である。

【図5】 図1に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図6】 図1に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図7】 図1に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図8】 図1に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図9】 図1に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図10】 図1に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図11】 本発明の第2の実施形態である薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

【図12】 本発明の第3の実施形態である薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

【図13】 本発明の第4の実施形態である薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

【図14】 本発明の第5の実施形態である薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

【図15】 図14に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図16】 図14に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図17】 図14に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図18】 図14に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図19】 本発明の第6の実施形態である薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

【図20】 本発明の第7の実施形態である薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

【図21】 本発明の第8の実施形態である薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

【図22】 本発明の第9の実施形態である薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

【図23】 本発明の第10の実施形態である薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

【図24】 本発明の第11の実施形態である薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

【図25】 図24に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図26】 図24に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図27】 図24に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図28】 図24に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図29】 図24に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明するための工程図である。

【図30】 本発明の第12の実施形態である薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

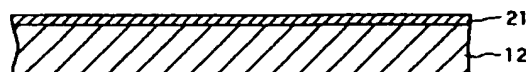
【図31】 従来の薄膜磁気ヘッドを媒体対向面側から見た模式図である。

【図32】 図31に示す浮上式磁気ヘッドの要部を媒体対向面側から見た模式図である。

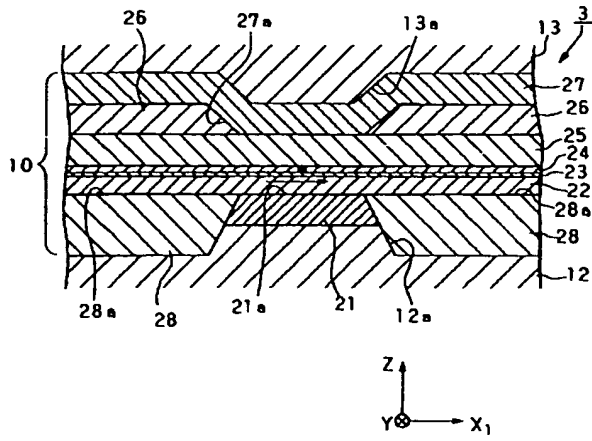
【符号の説明】

1…浮上式磁気ヘッド、2…スライダ、3、103、113、123、133、143、153、163、203、213、223、233…薄膜磁気ヘッド、4…インダクティブヘッド、7…媒体対向面、10、104、114、124、134、144、154、164、204、214、224、234…スピナバルブ型薄膜磁気素子、11…絶縁層、12…下部シールド層（シールド層）、12a…凸部、13…上部シールド層（シールド層）、13a…凸部（凸部）、14 ギャップ層、17…上部コア層、21、31、221、231、241…絶縁層、21a…一面（絶縁層の層面）22、32、42、52、62、72、222、232、242…フリー磁性層、23、33、43、53、63、73、83、93、223、233、243、253、263…非磁性導電層、24、34、44、54、64、74、84、94、224、234、244、254、264…固定磁性層、25、35、45、65、75、85、95、225、235、245、255、265…反強磁性層、26、36、46、56、66、76、86、96、226、236、246、256…導電層、27、37、47、57、67、77、87、97、227、237、247、257…絶縁層、28、38、48、68、78、88、228、238、248、258…絶縁性バイアス層、28a…一面（絶縁性バイアス層の層面）、19、29、39、49、219、229…強磁性層、31、231、241…層間絶縁層

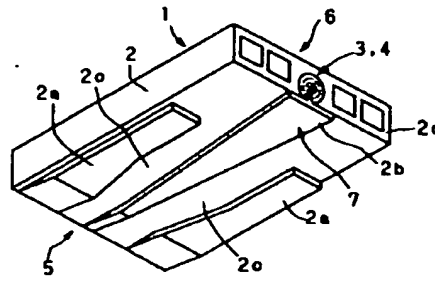
【図5】



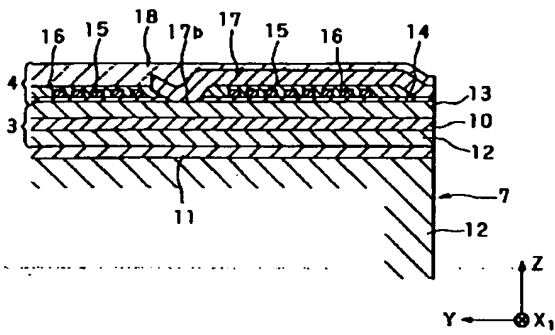
【図1】



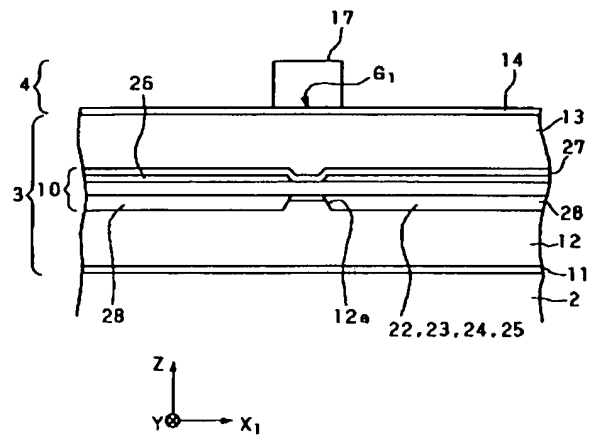
【図2】



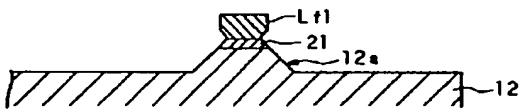
【図3】



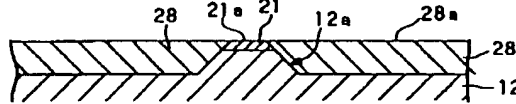
【図4】



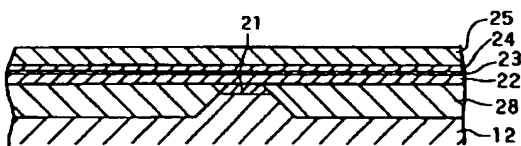
【図6】



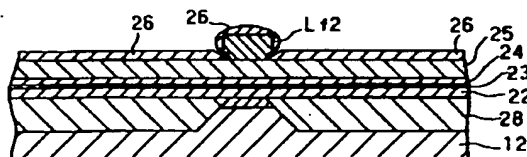
【図7】



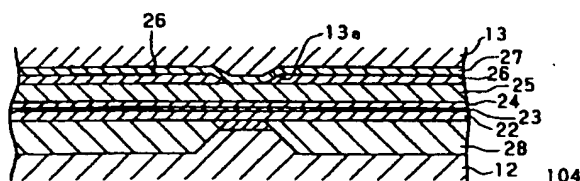
【図8】



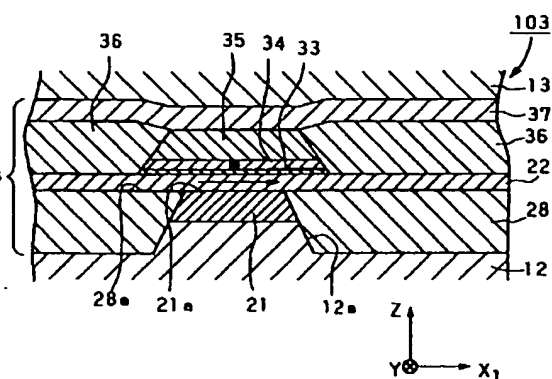
【図9】



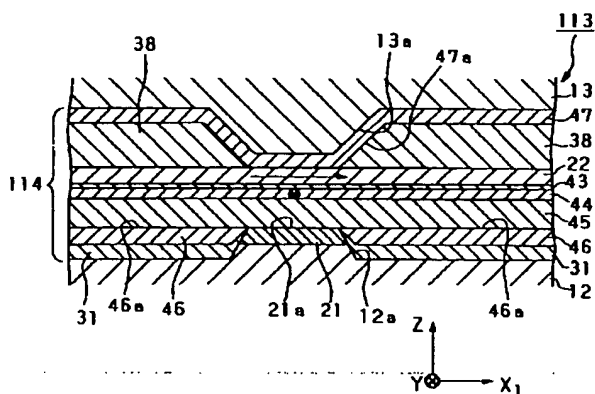
【図10】



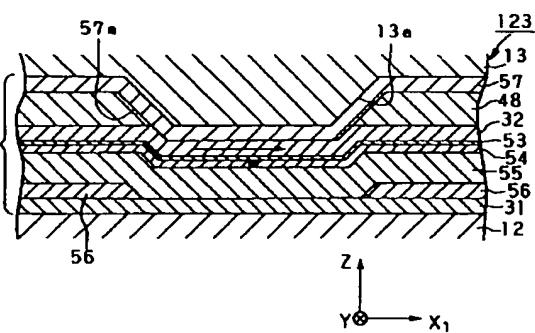
【図11】



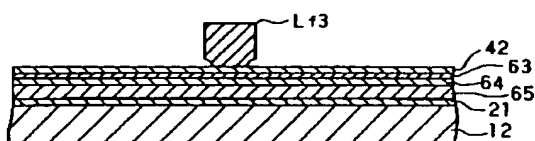
【図12】



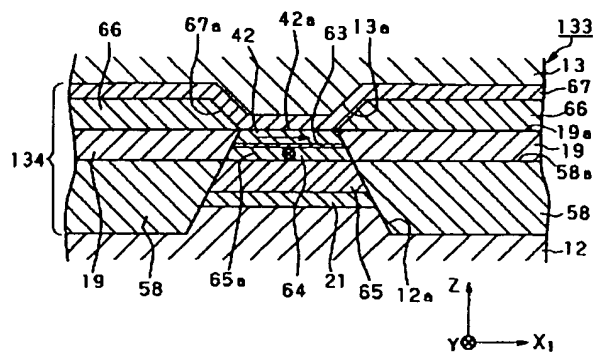
【図13】



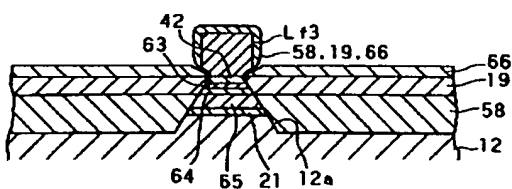
【図15】



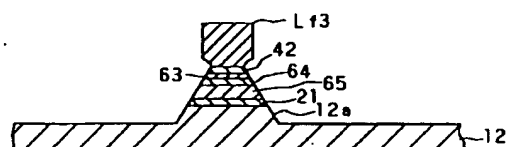
【図14】



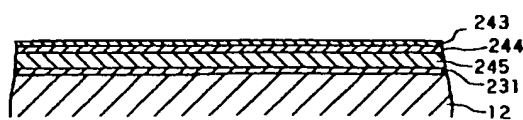
【図17】



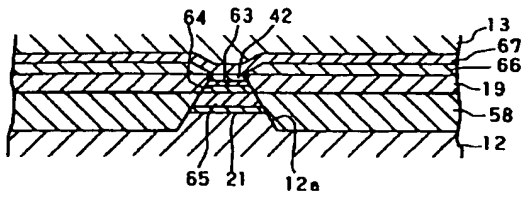
【図16】



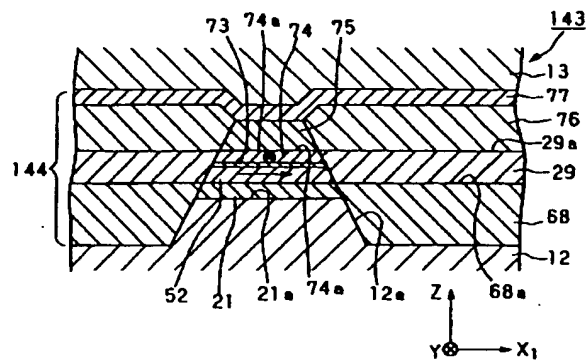
【図25】



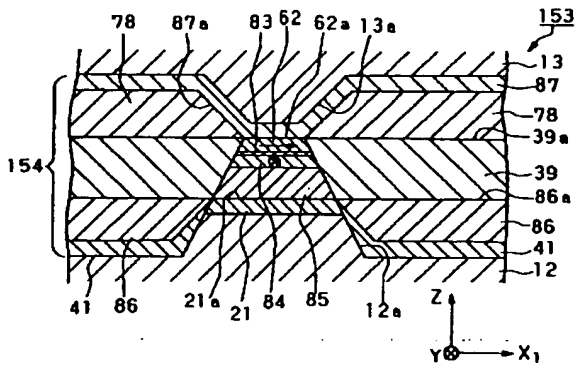
【図18】



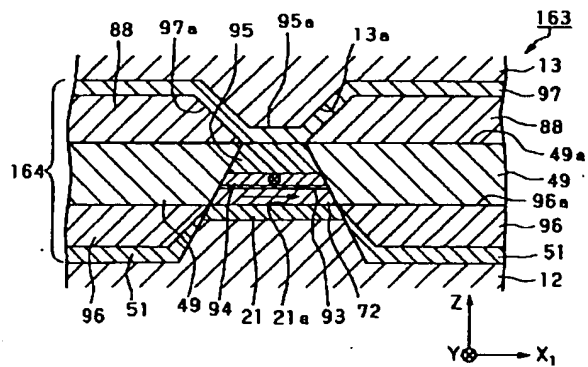
【図19】



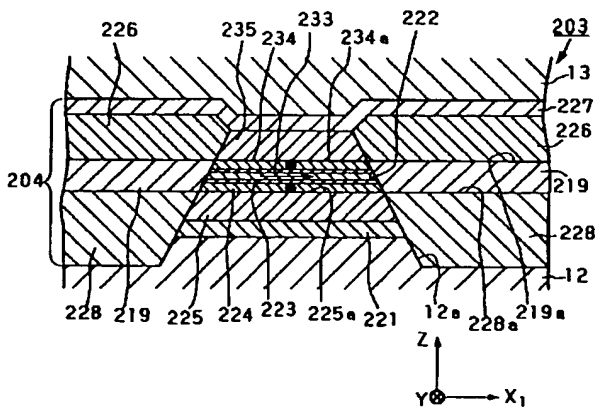
【図20】



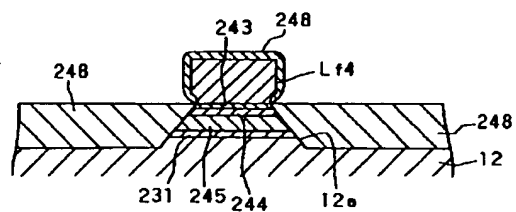
【図21】



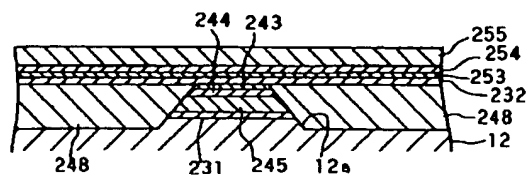
【図22】



【図26】



【図27】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.